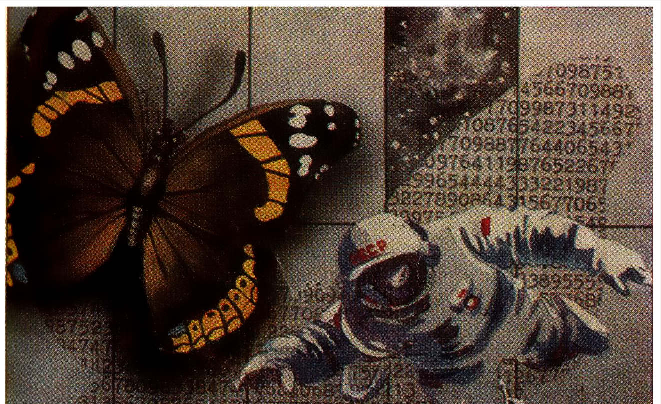
ভ. গ্লুশকোভ

সাইবারনেটিক্স বলতে কি বোঝায়?



ঘরে ঘরে বিজ্ঞান

ঘরে ঘরে বিজ্ঞান

'ঘরে ঘরে বিজ্ঞান' সিরিজের বইগুলি সোভিয়েত ইউনিয়নের প্রখ্যাত বিজ্ঞানীদের দ্বারা সরল ও প্রাঞ্জল ভাষায় লিখিত। বিজ্ঞানের জটিল প্রত্যয়গুলিকে খুবই সাধারণভাবে এবং সুস্পষ্ট উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা করা হয়েছে। তাই বইগুলি বিজ্ঞানবিষয়ক জ্ঞানবৃদ্ধিতে সাহায্য করবে। তাছাড়াও বিজ্ঞানের নানা শাখায় সাধারণ জ্ঞানের উন্নতি সাধনে বইগুলি অবদান রাখতে পারে।

প্রকাশিত হচ্ছে

'কক্ষপথে নভযান' — ইউ. কালেসনিকোভ, ইউ. গ্লাজকোভ

সাইবারনেটিক্স বলতে কি বোঝায়?

ইদানীং সাইবারনেটিক্‌স কথাটি প্রায় সবার মুখেই শোনা গেলেও কথাটির গুরুত্ব, ব্যবহারিক মূল্য ও সম্ভাবনা সম্বন্ধে সুস্পষ্ট ধারণা অনেকেরই নেই। বইটিতে সাইবারনেটিক্‌স-এর প্রধান প্রধান প্রত্যয়গুলি সম্বন্ধে প্রাথমিক ধারণা দেয়ার চেষ্টা করা হয়েছে। একাধিক উদাহরণ সহ ও সরল ভাষায় বইটিতে কম্পিউটারের ভবিষ্যত ও সাইবারনেটিক্‌স-এ তার অবদান সম্বন্ধে লেখা হয়েছে। সাধারণ পাঠকদের একটি বিরাট অংশের জন্যই পুস্তিকাটিকে পরিবেশন করা হচ্ছে।

В.М. Глушков

Что такое кибернетика?

Педагогика Москва

ভ. গ্লুশকোভ

সাইবারনেটিক্স বলতে কি বোঝায়?

মির প্রকাশন
মস্কো

অনুবাদ: অভিজিৎ পোদ্দার

WHAT IS CYBERNATICS

V. GLUSHKOV

на бенгальском языке

© Издательство «Педагогика», 1975

© মির প্রকাশন বাংলা অনুবাদ 1986

সূচী

সাইবারনেটিক্স্ কী?

৬

নিয়ন্ত্রণ প্রণালী

৬

তথ্য ও সাংকেতিকরণ (Coding)

৯

অটোমাট তত্ত্ব

১২

জাতীয় অর্থনীতি ও কম্পিউটার

১৬

বিচক্ষণ কম্পিউটার — বিজ্ঞানীদের বিশ্বস্ত সহায়ক

২৬

মানুষ ও কম্পিউটার

৩০

সাহিত্য, শিল্পকলা ও কম্পিউটার

৩৫

সাইবারনেটিক্স্ ও শিক্ষণবিদ্যা

৩৯

ডিজিট্যাল কম্পিউটারের সম্ভাবনা

৪৩

তথ্য রূপান্তর

৪৬

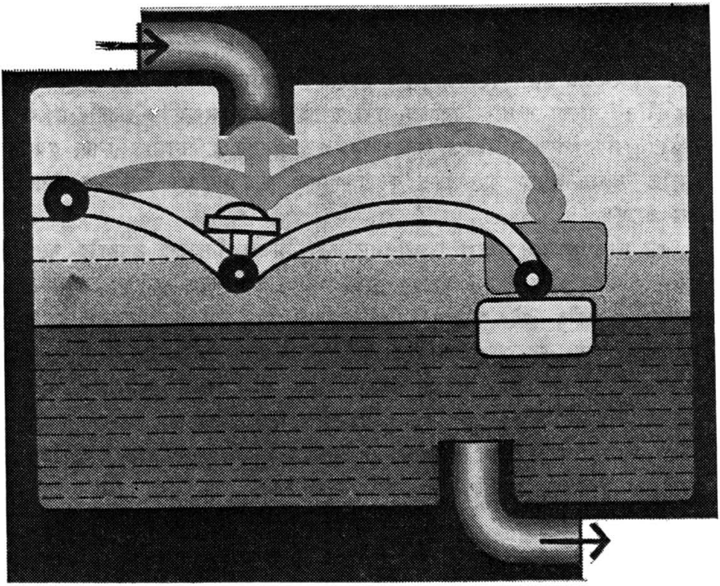
সাইবারনেটিক্‌স্‌ কী?

বিশ শতকের দ্বিতীয়ার্ধে মানব সভ্যতা যে কঠিন সমস্যাটির সুখোমুখি হয়েছিল তা হল কি ভাবে আমাদের চিন্তন ক্ষমতা বা মননশীলতাকে আরো বেশি শক্তিশালী করা যায়। কম্পিউটারের সাহায্যে মানসিক শ্রমের স্বয়ংক্রিয়করণই কেবল এই সমস্যার সমাধান দিতে পারে। বিজ্ঞানের নতুন শাখা সাইবারনেটিক্‌স-এর কারিগরি ভিত্তি হল কম্পিউটার।

নিয়ন্ত্রণ প্রণালী। আধুনিক বিজ্ঞানের গুরুত্বপূর্ণ প্রত্যয়গুলির মধ্যে একটি — কণ্ট্রোলিং সিস্টেম বা নিয়ন্ত্রণ প্রণালী। কারিগরি ক্ষেত্রে, উদ্ভিদ ও জীব জগতে, মানব সমাজের নানা ক্ষেত্রে আমরা নানা রকমের নিয়ন্ত্রণ প্রণালী লক্ষ্য করি। ছবিতে দেখান জলের উচ্চতা নিয়ন্ত্রক ভাসমান বয়াটি বস্তুত কারিগরি ক্ষেত্রে ব্যবহৃত নিয়ন্ত্রণ প্রণালীর একটি সহজ উদাহরণ। কোন পাত্রে তরল পদার্থকে সর্বদা একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় ধরে রাখাই এর কাজ। এই জাতীয় নিয়ন্ত্রক সাধারণ বাষ্পীয় বয়েলারে ব্যবহৃত হয়।

এই উদাহরণে নিয়ন্ত্রণ প্রণালীটি ভাসমান বয়া, লিভার ও ছিপি এই তিনটি উপাদানে গঠিত। জটিল নিয়ন্ত্রণ প্রণালীর প্রধান সবগুলি বৈশিষ্ট্যই মোটামুটি এই প্রণালীতে আছে। এই ধরনের প্রণালীতে প্রথমত সুবেদী অংশ বা ইনপুট ব্লক থাকে। নিয়ন্ত্রিত বস্তুর অবস্থা সম্পর্কে বিভিন্ন তথ্য সংগ্রহ করাই এই ব্লকের কাজ (ছবিতে দেখান ভাসমান বয়া পাত্রে জলের স্তর সম্পর্কে তথ্যাদি সংগ্রহ করে)।

যে কোন নিয়ন্ত্রণ প্রণালীর এমন একটি অংশ থাকে যা সুবেদী অংশ বা ইনপুট ব্লকের মাধ্যমে সংগৃহীত তথ্যাদি বিশ্লেষণ ক্রমে পরবর্তীতে সেগুলিকে সিদ্ধান্তে পরিণত বা রূপান্তরিত করে। উদাহরণে দেখান লিভারটি এই কাজ করে।



এছাড়া নিয়ন্ত্রণ প্রণালীতে আরেকটি অংশ—কার্যকর বা আউটপুট ব্লক থাকে। নিয়ন্ত্রিত বস্তুর অবস্থাকে প্রভাবিত করাই এই অংশের কাজ। বর্ণিত প্রণালীতে পাত্রে জল নির্দিষ্ট স্তরে পৌঁছলে ছিপি নলের মুখ বন্ধ করে দেয়।

ছবিতে দেখান প্রণালীর চেয়ে জটিলতর স্বয়ংক্রিয় প্রণালীর ব্যবহার আধুনিক কারিগরি ক্ষেত্রে লক্ষ্য করা যায়।

জীববিদ্যায় আরো অনেক জটিলতর নিয়ন্ত্রণ প্রণালীর পরিচয় মেলে এবং মানুষের মস্তিষ্ক ও স্নায়ুতন্ত্র এগুলির মধ্যে অন্যতম। জীববিদ্যায় ব্যবহৃত নিয়ন্ত্রণ প্রণালীতে, বস্তুত কারিগরি ক্ষেত্রে ব্যবহৃত এই জাতীয় প্রণালীর মতই ইনপুট ব্লক, রূপান্তরকারী অংশ ও কার্যকর অংশ থাকে। শরীরের বিভিন্ন জায়গায় অবস্থিত স্নায়ুর প্রান্তগুলি ইনপুট ব্লকের কাজ করে, আর পেশীর কার্যকরতা নিয়ন্ত্রক স্নায়ুগুলি কার্যকর অংশের কাজ চালায়। স্নায়ুতন্ত্র প্রাপ্ত তথ্যকে সিদ্ধান্তে রূপান্তরিত করে।

সামাজিক-অর্থনৈতিক জীবনে কী ধরনের নিয়ন্ত্রণ প্রণালী আমরা লক্ষ্য করি? অর্থনৈতিক পরিচালনার কথাই ধরা যাক। এই ব্যবস্থার সংবেদনশীল অংশ বা ইনপুট ব্লক—হিসাবরক্ষণ ব্যবস্থার প্রাথমিক শাখাসমূহ—জাতীয় অর্থনীতির ব্যবস্থা সম্পর্কে বিভিন্ন তথ্য সংগ্রহ করে; সংগৃহীত তথ্যাদি থেকে রাষ্ট্রীয় পরিকল্পনা কমিটিতে, মন্ত্রণালয় ও দপ্তরসমূহে সিদ্ধান্ত নেয়া হয়। গৃহীত সিদ্ধান্তবলীকে বাস্তবায়িত করার দায়িত্ব কার্যনির্বাহী বিভাগের উপর ন্যস্ত থাকে।

এই উদাহরণগুলি থেকে বোঝা যায় যে বিভিন্ন নিয়ন্ত্রণ প্রণালীর মধ্যে যথেষ্ট পার্থক্য থাকা স্বত্ত্বেও তাদের কিছু অভিন্ন বৈশিষ্ট্যও রয়েছে। যে কোন নিয়ন্ত্রণ প্রণালীর এই অভিন্ন বৈশিষ্ট্যগুলিই বিজ্ঞানের আধুনিকতম শাখা সাইবারনেটিক্স- এর আলোচ্য বিষয়। সাইবারনেটিক্স শব্দটি প্রাচীন গ্রীকশব্দ কাইবারনেটিস্ বা হাল (রাডার) থেকে উদ্ভূত। এই অর্থে সাইবারনেটিক্স হল স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাপনা বা পরিচালনা বিজ্ঞানের একটি শাখা। সঠিকতরভাবে বলতে গেলে বিজ্ঞানের যে শাখা বিভিন্ন তথ্যাবলীকে রূপান্তরিত করার ও নিয়ন্ত্রণ প্রণালীর সাধারণ নিয়মগুলির চর্চা করে তাই হচ্ছে সাইবারনেটিক্স।

1834 সালে ফরাসী পদার্থবিদ এম্পায়ার সমাজব্যবস্থার পরিচালনার বিজ্ঞান অর্থে সাইবারনেটিক্স শব্দটি ব্যবহার করেছেন। অবশ্য অনেক আগে প্রাচীন গ্রীক বিজ্ঞানীরা ভিন্নার্থে শব্দটি ব্যবহার করতেন। 1948 সালে পরিচালনাবিজ্ঞানকে সাইবারনেটিক্স নাম দেয়া হয় যা পরবর্তীতে বিজ্ঞানের একটি স্বতন্ত্র শাখা হয়ে ওঠে। বিজ্ঞান ও কারিগরি জ্ঞানের বিকাশের ফলেই সাইবারনেটিক্স-এর উদ্ভব। আধুনিক গণিতশাস্ত্র সাইবারনেটিক্স-এর মূল ভিত্তি—বিশেষত ক্রমবিকাশমান শাখাগুলি যেমন বীজগণিত, গাণিতিক যুক্তিবিদ্যা, তথ্যসংক্রান্ত তত্ত্ব, আলগরিদম ও অটোমাট তত্ত্ব, অপ্‌টিমাল ডিসিশন তত্ত্ব, অপারেশণ গবেষণা ইত্যাদি। যে কোন শ্রমের, বিশেষ করে মানসিক শ্রমের স্বয়ংক্রিয়করণের ক্ষেত্রে তাত্ত্বিক ভিত্তি হল সাইবারনেটিক্স।

একথা অবশ্যই অস্বীকার করা যায় না যে প্রযুক্তিবিদ্যা ও জীববিজ্ঞানের বিভিন্ন প্রণালীর মধ্যে গুণগত যথেষ্ট পার্থক্য রয়েছে। আর এই দুই বিজ্ঞান ও সমাজবিজ্ঞানের প্রণালীগুলির মধ্যকার গুণগত পার্থক্য আরো বেশি। তাই সাইবারনেটিক্স ছাড়াও রয়েছে আরো কিছু বিশেষ শাখা যা প্রতিটি

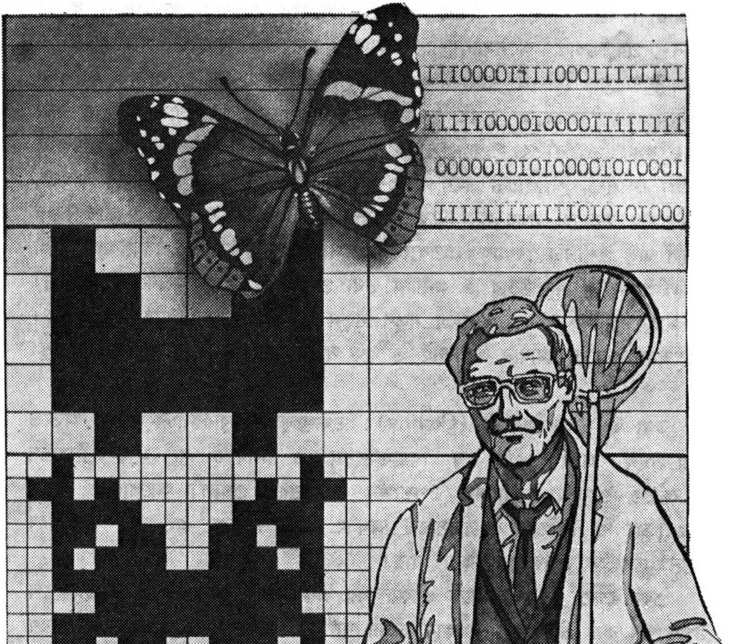
সংশ্লিষ্ট বিষয়ে ব্যবহৃত বিভিন্ন নিয়ন্ত্রণ প্রণালীর বৈশিষ্ট্য আলোচনা করে। যেমন: প্রযুক্তিগত অটোমাটাবিদ্যা, উচ্চতর স্নায়ুতন্ত্র সংক্রান্ত শারীরতত্ত্ব ও সমাজ-বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা-প্রশাখা। সাইবারনেটিক্স-এর প্রায়োগিক বৈশিষ্ট্য এই যে এর নিয়মগুলি বাস্তব জগতের নানাবিধ ক্ষেত্রে গবেষণায় ব্যবহার করা যায়। যেমন অর্থনৈতিক সাইবারনেটিক্স অর্থনীতিতে ব্যবহৃত নিয়ন্ত্রণ প্রণালীর অভিন্ন বৈশিষ্ট্য আলোচনা করে, জৈব-সাইবারনেটিক্স মানুষের চিন্তন ক্ষমতা, অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ সংক্রান্ত তথ্যাবলী নিয়ে গবেষণা করে। চিন্তন ব্যবস্থার ও ভাবশক্তির মডেল এই প্রশাখার বিষয়বস্তু। প্রযুক্তিগত সাইবারনেটিক্স-এর বিষয়বস্তুর মধ্যে জটিল প্রণালী, কম্পিউটার ও অন্যান্য তথ্য প্রণালীর উদ্ভাবন সবিশেষ উল্লেখ্য।

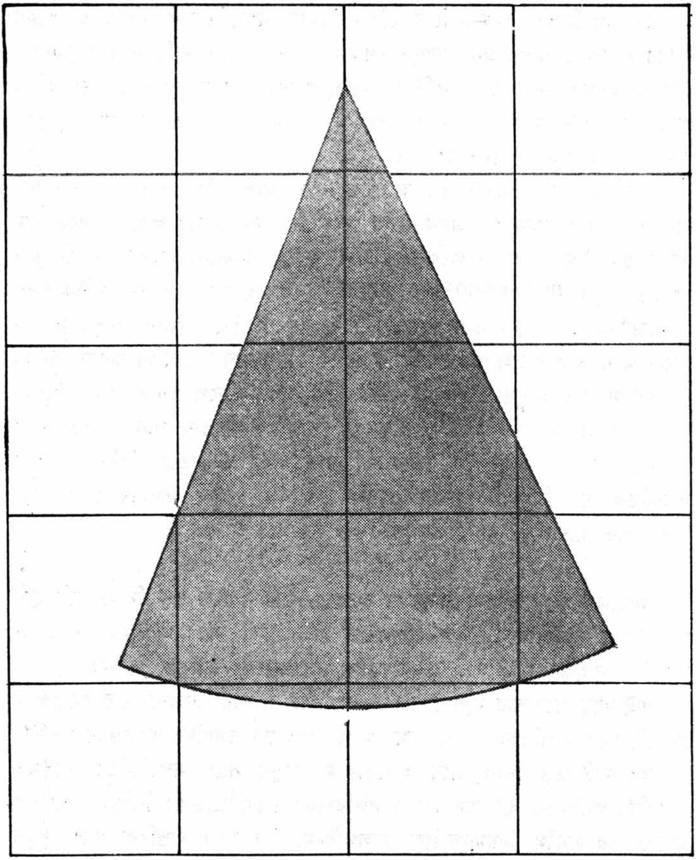
সাইবারনেটিক্স-এর প্রয়োগে নতুন নতুন তাত্ত্বিক সমস্যাবলীর উদ্ভব ঘটে। এই সমস্যাবলীর সমাধান উদ্ভাবনই তাত্ত্বিক সাইবারনেটিক্স-এর প্রধান লক্ষ্যবস্তু।

তথ্য ও সাংকেতিকরণ (Coding)। তথ্য-তত্ত্ব সাইবারনেটিক্স-এর অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এই তত্ত্ব বিমূর্তরূপে ও নির্দিষ্ট বা মূর্ত নিয়ন্ত্রণ প্রণালীতে প্রযোজ্য তথ্যাদির উপস্থাপন ও প্রেরণ প্রণালী আলোচনা করে। নিরবচ্ছিন্ন ও বিচ্ছিন্ন বা ডিসক্রেট অর্থাৎ খণ্ডে বিভক্ত, এই দুই ভাবে যে কোন তথ্যকে উপস্থাপন করা যায়।

প্রথম ক্ষেত্রে কোন তথ্যকে একের পর এক মান বদলকারী নিরবচ্ছিন্নরূপে উপস্থাপন করা চলে, যেমন কোন ভাষণ বা কথা রেডিও বা টেলিফোনে প্রেরণ করলে শব্দগুলি নিরবচ্ছিন্নভাবে মান পরিবর্তনকারী বৈদ্যুতিক তরঙ্গে পরিণত হয়। আবার ওই ভাষণ বা কথাকে মোর্স-কোডের সাহায্যে বা কাগজে লিখিত অবস্থায় প্রেরণ করলে উপস্থাপনা বদলে যায়। তখন তথ্যাদি ডেশ্ ও বিন্দু, বর্ণমালার বিভিন্ন বর্ণের সমন্বয়ে গঠিত বিভিন্ন আলাদা আলাদা খণ্ডে বিভক্ত হয়। এখানে খণ্ড থেকে খণ্ডান্তরে যাতায়াত উল্লম্ফনের মাধ্যমে নিষ্পন্ন হয়। এই হচ্ছে তথ্যের বিচ্ছিন্ন বা ডিসক্রেট উপস্থাপনা।

সাইবারনেটিক্স-এর বর্তমান বিকাশের পর্যায়ে তথ্যাদির বিচ্ছিন্নরূপে উপস্থাপনার বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে। ব্যাপারটি এই যে, যে কোন নিরবচ্ছিন্নরূপে উপস্থাপিত তথ্যকে পূর্ব নির্ধারিত সঠিকতা সহ বিচ্ছিন্নরূপে উপস্থাপন করা যায়। এছাড়াও যে কোন প্রয়োজনীয় সংখ্যক প্রতীক চিহ্নের সমষ্টিকে তথ্যের আলাদা খণ্ড হিসাবে ধরে নেয়া চলে। এই চিহ্নগুলির সমষ্টিকে





বিমূর্ত বর্ণমালা ও প্রতীক চিহ্নগুলিকে সাধারণীকৃত বর্ণ বলা হয়। এই বর্ণমালায় একাধিক সাধারণীকৃত বর্ণ থাকাটাই হল এর একমাত্র শর্ত। কোন তথ্যকে যুক্তিসঙ্গত বিমূর্ত বর্ণমালার সাহায্যে উপস্থাপন করার প্রক্রিয়া বা প্রণালীকে সাংকেতিকরণ বলা হয়।

উদাহরণ হিসাবে আমরা চিত্রে বর্ণিত তথ্যের সাংকেতিকরণ প্রক্রিয়া আলোচনা করব। সাংকেতিকরণের জন্য ব্যবহৃত বর্ণমালা 0 ও 1—এই দুটি সংখ্যার সমন্বয়ে গঠিত। ছবিতে দেয়া রেখাচিত্রটিকে কতগুলি সমান আয়তক্ষেত্রে বিভক্ত করি। আমরা কতখানি সঠিকতার সাথে তথ্যাকে উপস্থাপন করতে চাই তার উপরই আয়তক্ষেত্রের আয়তন নির্ভরশীল।

মনে করি যে আয়তক্ষেত্রের অর্ধেকের কম অংশ রঙিন হলে আয়তক্ষেত্রের মান 0, আর অন্যথায় 1। এখন উপর থেকে নিচ পর্যন্ত সব লাইনগুলিতে বাম থেকে ডান দিকের আয়তক্ষেত্রগুলির মান বসালে আমাদের রেখাচিত্রের বিচ্ছিন্ন সংকেত দাঁড়ায় 0000000001100110000। বোঝাই যাচ্ছে যে কত সঠিকতাসহ রেখাচিত্রটির উপস্থাপনা করা হয়েছে। কিন্তু রেখাচিত্রটিকে আরো বেশী সংখ্যক আয়তক্ষেত্রে ভাগ করলে আমরা অনেক বেশি সঠিকভাবে উপস্থাপন করতে পারি।

এই সংকেত অনুসারে রেখাচিত্রটিকে তার প্রাথমিকরূপে প্রকাশ করার প্রক্রিয়া অর্থাৎ বিচ্ছিন্ন সংকেত থেকে তথ্যকে তার প্রাথমিক অবস্থায় পুনঃস্থাপিত করার প্রক্রিয়াকে সংকেত-উদ্ধার বা ডিকোডিং বলা হয়। তথ্য-তত্ত্বে বিভিন্ন তথ্যের সংকেতিকরণের বিবিধ পদ্ধতিই কেবল উদ্ভাবিত হয়নি, তথ্যাদি থেকে তার পরিমাণগত গুণাগুণ নির্ধারণের পদ্ধতিও উদ্ভাবিত হয়েছে।

অটোমাট তত্ত্ব। সাংকেতিকরণ ও সংকেত-উদ্ধার সংক্রান্ত প্রশ্নাদি ও সেই সঙ্গে অন্য কিছু সমস্যাদি নিয়ন্ত্রণ প্রণালীতে লক্ষ্য করা যায়। অটোমাট তত্ত্ব হল আধুনিক সাইবারনেটিক্স-এ তথ্যাদির রূপান্তরকরণের তাত্ত্বিক ভিত্তি।

এই তত্ত্বে গবেষণার মূল বিষয় — অটোমাট বা স্বয়ংক্রিয়যন্ত্র, তার ধর্ম, গঠন প্রণালী, সংগঠন পরিকল্পনা এবং অটোমাটের সাহায্যে তথ্যাদির রূপান্তরণ পদ্ধতি।

অটোমাট তত্ত্ব নিবিড়ভাবে আলগরিদম তত্ত্বের সাথে সম্পর্কিত। অটোমাট প্রত্যয়টির গাণিতিক বুনিয়াদ হল আলগরিদমের প্রত্যয়ভিত্তিক। বিচ্ছিন্ন তথ্যাদির রূপান্তরণের সসীম নিয়মাবলীকে আলগরিদম বলা হয়। বাস্তবিক পক্ষে স্কুল থেকেই আমরা আলগরিদম প্রত্যয়ের সাথে পরিচিত। বীজগণিতে দ্বিঘাত সমীকরণের সমাধান, রৈখিক সমীকরণের সমাধান, বন্ধনী তোলা ইত্যাদি নিয়মাবলীর সাথে আমরা স্কুলেই পরিচিত হয়েছি। গণিতশাস্ত্রের বাইরেও আলগরিদমের ব্যবহার যথেষ্ট প্রচলিত। যেমন অভিজ্ঞ অনুবাদক ইংরেজি থেকে রুশ ভাষায় অনুবাদে যে-সব নিয়মকানুন অনুসরণ করেন সেগুলিকে

সূত্রাবদ্ধ করলে আমরা ইংরেজি থেকে রুশ ভাষায় অনুবাদের আলগরিদম পাব।

দাবা খেলার প্রাথমিক নিয়মগুলির সাথে যদি এমন কতকগুলি নিয়মাদি যোগ করা হয়, যে ফলত, গুটির যে কোন অবস্থানে (অর্থাৎ প্রত্যেক অবস্থানের বেলায়) সর্বশ্রেষ্ট চালটি বের হয় তাহলে দাবা খেলার আলগরিদম পাওয়া যায়।

তাত্ত্বিক বিবেচনায় মানুষের যে কোন মানসিক কর্মকান্ডকে কোন-না-কোন আলগরিদমের রূপ দেয়া যায়। কিন্তু বাস্তবে এই আলগরিদম যে-সব নিয়মকানুনে গঠিত তা নির্ধারণ করা খুবই কঠিন ও শ্রমসাধ্য।

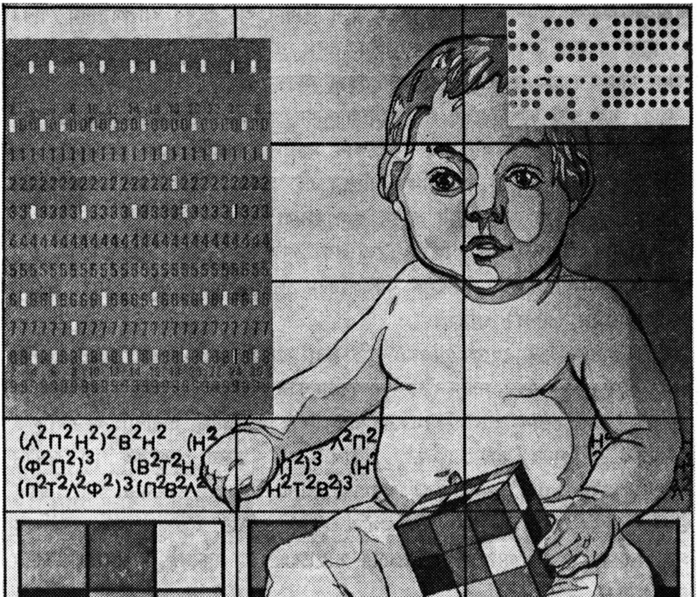
তথ্যাদি উপস্থাপনের পদ্ধতি, মৌলিক গাণিতিক কাজ বা প্রক্রিয়া এবং মৌলিক আলগরিদমের সাহায্যে আলগরিদম গঠন করার নিয়মাবলী নিয়েই আলগরিদমীয় প্রণালী গঠিত।

আলগরিদম তত্ত্ব থেকে পাওয়া দুটি ফল সাইবারনেটিকস-এর ক্ষেত্রে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। প্রথমত, সর্বজনীন আলগরিদমীয় প্রণালী। যে আলগরিদমীয় প্রণালীতে যে কোন আলগরিদম বর্ণনা অর্থাৎ সীমাবদ্ধ ধারাবাহিক মৌলিক গাণিতিক প্রক্রিয়ার সাহায্যে তা প্রকাশ করা সম্ভব, তাকেই সর্বজনীন আলগরিদমীয় প্রণালী বলা হয়। পরমাণু থেকে বিভিন্ন পদার্থের অণু, একই ধরনের বর্ণ থেকে সম্পূর্ণ ভিন্নার্থক শব্দ গঠিত হওয়ার মত মৌলিক আলগরিদম থেকেও গাণিতিক প্রক্রিয়ার সাহায্যে বহু রকমের আলগরিদম গঠন করা যায়।

সকল সমস্যার সমাধানের আলগরিদম উদ্ভাবন সম্ভবপর নয়। অর্থাৎ, এমন কিছু সমস্যা রয়েছে যার সমাধানে অসীম সংখ্যক প্রক্রিয়ার প্রয়োজন। এই সিদ্ধান্ত হল আলগরিদম তত্ত্বে পাওয়া দ্বিতীয় গুরুত্বপূর্ণ ফল। যে কোন আলগরিদমই সসীম সংখ্যক প্রক্রিয়ার সমন্বয়ে গঠিত যদিও সে সংখ্যা বিশাল হতে পারে।

যেমন লিমিট-প্রত্যয় ব্যবহৃত হয় না সাধারণ জ্যামিতির এমন যে কোন উপপাদ্য প্রমাণ করার আলগরিদম উদ্ভাবন করা যেতে পারে। কিন্তু আজ এটা প্রমাণিত যে সংখ্যা-তত্ত্বে (পূর্ণসংখ্যার ধর্ম নির্ণায়ক) এমন আলগরিদম উদ্ভাবন সম্ভব নয়, এমন আলগরিদমের কোন অস্তিত্ব নেই।

যে কোন আলগরিদম বাস্তবায়নের জন্য তথ্যাদি রূপান্তরণের পদ্ধতি উদ্ভাবন হল অটোমাট তত্ত্বের মূল লক্ষ্য, যেমন: বিভিন্ন শিল্পের উৎপাদন পদ্ধতি নিয়ন্ত্রণ ও পরিচালনা, ভাষা থেকে ভাষান্তরণ, দাবা খেলার স্বয়ংক্রিয়-যন্ত্র ইত্যাদি।


(Л²П²Н²)²В²Н²
(Ф²П²)³

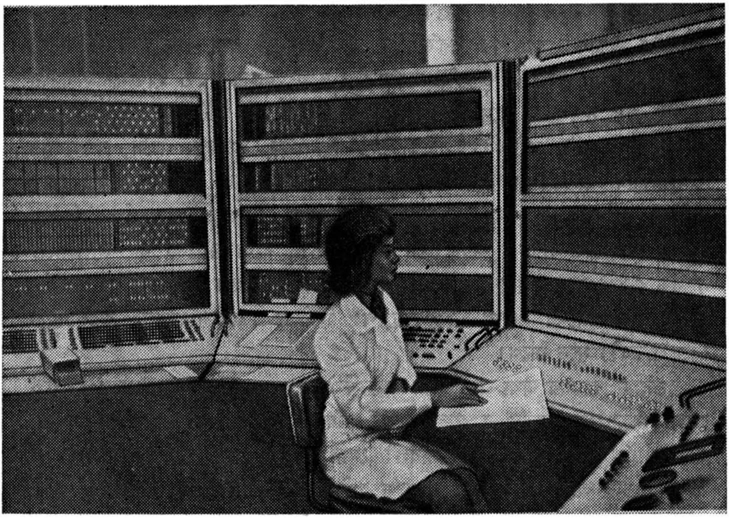
যে কোন আলগরিদমকে বাস্তবায়িত করতে পারে এমন সর্বজনীন আলগরিদম প্রণালীর উদ্ভাবন তথ্যাদির সর্বজনীন রূপান্তরকারী যন্ত্র নির্মাণের নীতিগত সম্ভাবনা সৃষ্টি করে। এ জাতীয় সর্বজনীন রূপান্তরকারী যন্ত্র ইতিমধ্যেই তৈরি হয়েছে এবং সাফল্যের সঙ্গে ব্যবহৃত হচ্ছে। এগুলি হল ইউনিভার্সেল ডিজিট্যাল কম্পিউটার। এই কম্পিউটার নির্মাণের প্রাথমিক উদ্দেশ্য ছিল গণনযোগ্য আলগরিদম বাস্তবায়ন। সেজন্যই ডিজিট্যাল কম্পিউটার নামকরণ। যে কোন তথ্যকে সংখ্যার সাহায্যে উপস্থাপিত অবস্থায় (অর্থাৎ কতগুলি সংখ্যার সমষ্টি হিসাবে) ব্যবহার করা হয়। এই জাতীয় যন্ত্রে মস্তিষ্ক বা স্মৃতিশক্তি নামের একটি অংশ থাকে। এই মস্তিষ্ক তথ্যাদি ও যন্ত্রের কার্যধারা বা প্রোগ্রাম (যন্ত্রে বাস্তবায়নের জন্য বিশেষরূপে লিখিত আলগরিদমের ধারাবাহিক নির্দেশাবলী) মনে রাখে।

প্রোগ্রাম বদলের জন্য নতুনভাবে যন্ত্রসৃষ্টির প্রয়োজন হয় না। যন্ত্রের ইনপুট ব্লকে কিছুসংখ্যক নতুন কাগজের কার্ড ঢুকিয়ে প্রোগ্রাম পরিবর্তন করা যায়। এই কার্ডগুলিতে নতুন নির্দেশাবলী দেয়া থাকে। এই কার্ডকে সচ্ছিদ্র বা পারফারেটেড কার্ড বলা হয়। কার্ডের পরিবর্তে অনেক সময় কাগজের ফিতা ব্যবহার করা চলে। এই ফিতাকে পারফারেটেড ফিতা বলা হয়। এভাবে কম্পিউটারে নতুন প্রোগ্রাম প্রবেশ করালে তা নতুন কাজ করার জন্য প্রস্তুত হয়।

ফলত, আমাদের মানসিক শ্রম স্বয়ংক্রিয়করণের যথেষ্ট সম্ভাবনা দেখা দিয়েছে। এজন্য যে কোন ধরনের কাজ-কর্মের আলগরিদম বের ক'রে, তার প্রোগ্রাম কম্পিউটারে দেয়াটাই যথেষ্ট।

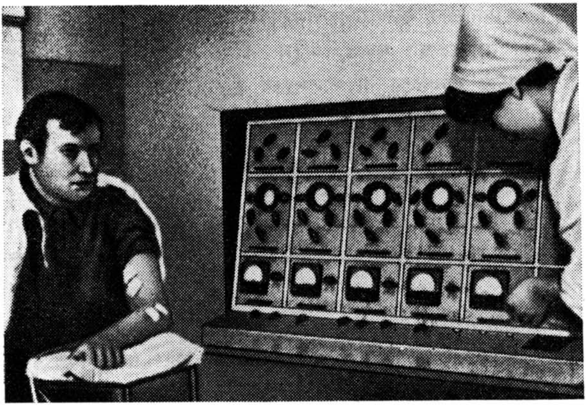
এই ধরনের সর্বজনীন যন্ত্রগুলিতে যে কোন আলগরিদমের প্রোগ্রাম তৈরি করা যায়। যেহেতু কম্পিউটার মানুষের চেয়ে অনেক কম সময়ে অনেক বেশি কাজ নির্ভুলভাবে করে, সেজন্য সাধারণত কম্পিউটার মানুষের চেয়ে অপেক্ষাকৃত ভালভাবে আলগরিদমকে বাস্তবায়িত করে। যেখানে যুক্তিসঙ্গত সময়ে বিরাট সংখ্যক তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ প্রয়োজন সেখানে প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণে সাইবারনেটিক্সের ভূমিকার ব্যাপক গুরুত্ব বোঝা মোটেই কঠিন নয়। প্রসঙ্গত, বিজ্ঞান ও প্রকৌশল ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হিসাবনিকাশের দৃষ্টান্ত উল্লেখিত হতে পারে।

বর্তমানে গণিত ও অন্যান্য নিগম্য (deductive) বিজ্ঞানের শাখাসমূহে যান্ত্রিক প্রণালীর তথ্যকেন্দ্র স্থাপন সম্ভব। এতে কেবল গণিতের বিভিন্ন শাখা সম্পর্কে প্রয়োজনীয় তথ্যই মিলবে না, বিভিন্ন তথ্য সমন্বয়ে কম্পিউটার বিবিধ



যৌক্তিক প্রাথমিক সিদ্ধান্তও জানাবে। প্রণালীটি যুক্তিসঙ্গত আলগরিদম সমন্বয়ে গঠিত হবে। এ সবকিছু গাণিতিক ভিত্তি বা ফাউণ্ডেশন-তত্ত্বের সমস্যাবলী সমাধানে সাহায্য যোগাবে।

জাতীয় অর্থনীতি ও কম্পিউটার। আধুনিক বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখায়, যেমন পারমাণবিক পদার্থবিদ্যা বা রকেট নির্মাণে উদ্ভূত সমস্যাদি নিরসনে কয়েকশ কোটি যোগ-বিয়োগ, গুণ-ভাগ ইত্যাদি মৌলিক গাণিতিক ক্রিয়ার সমাধান প্রয়োজন হয়। ক্যালকুলেটারের সাহায্যে একজন মানুষ এক মিনিটে দুটির বেশি বড় সংখ্যার অনুরূপ মৌলিক গানিতিক ক্রিয়ার গণনা করতে পারে না। তাই অনুরূপ একশ কোটি ক্রিয়ার সমাধানের জন্য আহার-নিদ্রা ছাড়াই মানুষের কয়েক হাজার বছর লেগে যাবে। আধুনিক ডিজিট্যাল কম্পিউটার, যেমন বি. ই. এস. এম-6 (সেকেণ্ডে দশলক্ষ মৌলিক গাণিতিক ক্রিয়ার সমাধান করতে পারে)-এর উক্ত কাজ করতে সময় লাগে পনর



মিনিটের মত। কর্মক্ষমতার এমন বৃদ্ধির ফলেই অনেক জটিল সমস্যা সমাধান করা যাচ্ছে, অসাধ্য সাধন সম্ভবপর হয়েছে।

বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিদ্যার আধুনিকতম শাখাগুলিতেই কেবল হিসাব-নিকাশ স্বয়ংক্রিয়করণ সীমিত নেই। দৃষ্টান্ত হিসাবে আবহাওয়া-বিজ্ঞানে স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতি ব্যবহারের ফলে আবহাওয়ার পূর্বাভাসের আনুষঙ্গিক জটিল হিসাবগুলির সময়মত সমাধান সম্ভব হচ্ছে।

বর্তমানে জীববিজ্ঞান ও চিকিৎসাবিজ্ঞানের অনেক প্রক্রিয়াও স্বয়ংক্রিয় করা হয়েছে। জীববিজ্ঞান গবেষণার অনেক নতুন পদ্ধতি আসছে সাইবারনেটিক্স থেকে। ইউনিভার্সেল ডিজিট্যাল কম্পিউটারের কল্যাণেই ক্রমবিবর্তন ও প্রাকৃতিক নির্বাচন প্রক্রিয়ার মডেল তৈরি, রোগলক্ষণ অনুযায়ী তা সনাক্তির পদ্ধতি স্বয়ংক্রিয়করণ, বিশেষ অবস্থা সাপেক্ষে উদ্ভূত প্রতিক সহ মানুষ ও অন্যান্য প্রাণীর মস্তিষ্কের কার্যাবলীর মডেল তৈরী সম্ভবপর হয়েছে।

কম্পিউটার সম্বলিত চিকিৎসা-তথ্যকেন্দ্র থেকে চিকিৎসাবিদ ও চিকিৎসকরা রোগীর অবস্থা সম্পর্কে রোগের ইতিহাস থেকে নির্বাচিত প্রয়োজনীয় তথ্য, একই রোগে আক্রান্ত বহু রোগীর বেলায় নির্দিষ্ট চিকিৎসা পদ্ধতির ফলপ্রসূতা, ইত্যাদি সম্পর্কে তথ্যাদি পেতে পারেন। আমাদের দেশের বড় বড় শহরে এই ধরনের কেন্দ্র স্থাপিত হবে।

পক্ষান্তরে জীববিজ্ঞান কম্পিউটার নির্মাণে সাইবারনেটিক্সকে অনেক নতুন নতুন চিন্তাধারা যুগিয়েছে। ফলত, নতুন কম্পিটারগুলি এখনকার তুলনায় মস্তিষ্কের বৈশিষ্ট্যর ঘনিষ্ঠতর বা সাদৃশ্যতর হয়েছে।

কারিগরি প্রকল্প প্রণয়ন স্বয়ংক্রিয়করণের ফলে স্বল্প সংখ্যক ব্যত্যয় (Variant) থেকে উৎকৃষ্ট ব্যত্যয়গুলি বাছাই ছাড়াও সম্ভাব্য সকল ব্যত্যয় বিশ্লেষণ করে তা থেকে সেরা ব্যত্যয় নির্বাচন সম্ভব হচ্ছে।

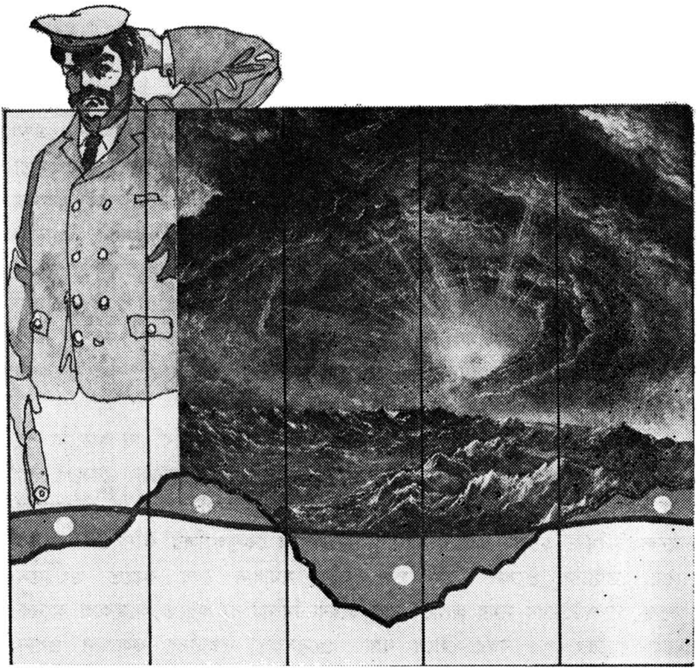
উদাহরণ হিসাবে নির্দিষ্ট পথে রেললাইন নির্মাণের সর্বোত্তম প্রকল্প নির্বাচনের একটি কাজ আমরা আলোচনা করব। পথ বরাবর এলাকার লম্বচ্ছেদ কল্পনা করলে ঐ এলাকার বন্ধুরতা প্রকাশ বা বক্ররেখা পাওয়া যায়। এই বন্ধুর এলকায় সরল রেললাইন নির্মাণ অসম্ভব। পথের সম্ভাব্য চড়াই উৎরাই অত্যন্ত খাড়া হওয়ার প্রেক্ষিতে ব্যবহারকালে সপথে উঠা-নামা সম্পূর্ণ অসম্ভব বা অত্যন্ত ব্যয়বহুল (যেমন রেলগাড়ির ওজন ও গতিবেগ কমান, এক বা একাধিক অতিরিক্ত ইঞ্জিন ব্যবহার ইত্যাদি) হবে।

তাই এ পথের বন্ধুরতাকে সমান করা প্রয়োজন। কিছুসংখ্যক নির্বাচিত স্থান সমতল করতে হবে। ছবির উদাহরণে পাঁচটি বিন্দু রয়েছে (A, B, C, D ও E বিন্দু)। A ও E, প্রথম ও শেষ বিন্দু ছাড়া নির্দিষ্ট সমতলে অবস্থানকারী সকল বিন্দুর প্রতিটির উচ্চতা অনুযায়ী ১০০ টি বিভিন্ন অবস্থানস্থল থাকতে পারে। তাহলে বন্ধুরতা সমতল করার ১০০^3=১০০০০০০ টি ব্যত্যয় আমরা পাব। প্রতি মিনিটে দুটো করে ব্যত্যয় হিসাব করলেও এজন্য প্রয়োজন পুরো একটি বছর। আর বিন্দুর সংখ্যা ১০০ হলে ব্যত্যয়ের সংখ্যা দাঁড়াবে ক্রমান্বয়ে ১৯৬ টি শূন্য সম্বলিত একটি অংক, আর সেগুলি পরীক্ষা করতে লাগবে ক্রমান্বয়ে ১৯০ টি শূন্য সম্বলিত সংখ্যক বৎসর। এমতাবস্থায় মানুষতো দূরে থাক, কম্পিউটারের পক্ষেও সবগুলি ব্যত্যয় পরীক্ষা অসম্ভব হবে।

এজন্য নিকৃষ্ট ব্যত্যয়গুলি বাদ দিয়ে এগুলির সংখ্যা খুব কমিয়ে আনতে পারে এমন পদ্ধতি উদ্ভাবন করতে হবে।

সাইবারনেটিক্সে একটা বিশেষ বিভাগ সর্বোত্তম বা অত্যনুকূল (optimal) সিদ্ধান্ত গ্রহণের তত্ত্ব এবং এ জাতীয় পদ্ধতির উদ্ভাবন নিয়ে গবেষণা করে।

বর্তমানে অত্যনুকূল প্রকল্প তৈরির, পরিকল্পনা প্রণয়নে ও নিয়ন্ত্রণের সমস্যাবলী সমাধানের বিভিন্ন পদ্ধতি উদ্ভাবিত হয়েছে। রাস্তা, বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইন, ইত্যাদি নির্মাণের অত্যনুকূল প্রকল্প প্রণয়নের সমস্যাদি সমাধানের জন্য



ব্যত্যয়সমূহের ধারাবাহিক পরীক্ষা পদ্ধতি খুবই সুবিধাজনক। এই পদ্ধতির সাহায্যে কয়েকশ কিলোমিটার রেললাইন নির্মাণের জন্য বন্ধুরতা সমতল করার অত্যানুকূল ব্যত্যয়, সেকেন্ডে ১০ থেকে ১২ হাজার গাণিতিক ক্রিয়া করতে পারে এমন একটি কম্পিউটার ২-৩ ঘণ্টার মধ্যে বের করে দিতে পারে।

প্রযুক্তিবিদ্যার কিছু কিছু শাখায় জটিল বিষয়ের প্রকল্প তৈরির সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয় আলগরিদম প্রণালী উদ্ভাবিত হচ্ছে।

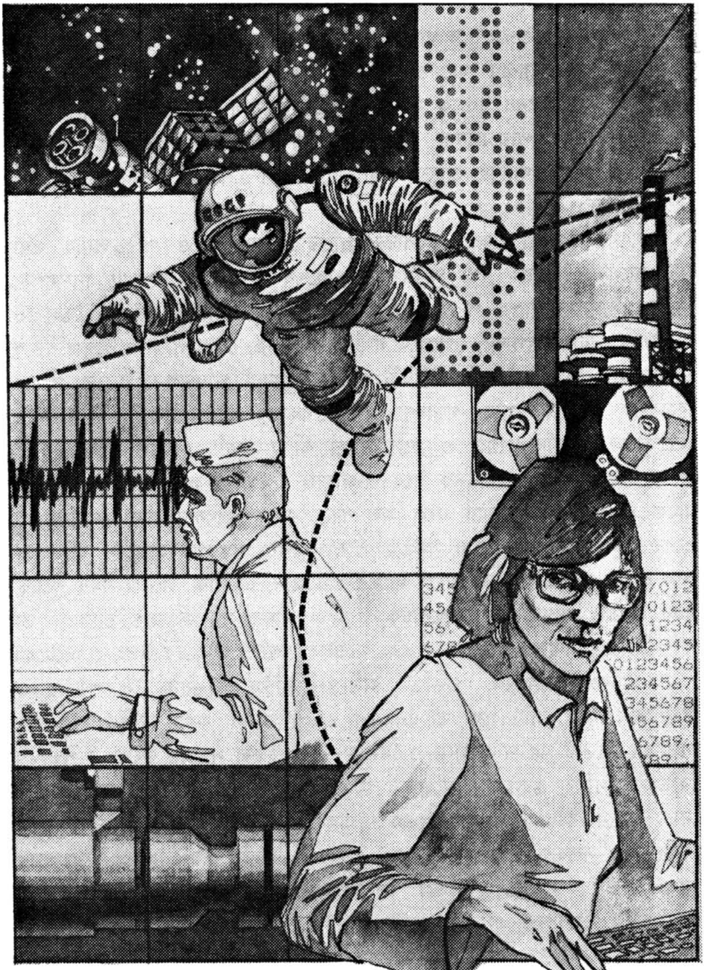
জাতীয় অর্থনীতির অত্যানুকূল পরিকল্পনা প্রণয়ন, নিয়ন্ত্রণ ও পরিচালনা কম গুরুত্বপূর্ণ নয়। সোভিয়েত ইউনিয়নের জাতীয় অর্থনীতিতে উৎপাদনের ব্যাপকতা ও বৃদ্ধির হার এত বেশি যে এক্ষেত্রে ব্যবহৃত সাধারণ অস্বয়ংক্রিয়

পদ্ধতিগুলি আজ আর আমাদের কাছে সন্তোষজনক মনে হয় না। কম্পিউটার ছাড়া পরিকল্পনার অত্যনুকূল ব্যত্যয় বের করা বস্তুত সম্পূর্ণ অসম্ভব। অদ্যাবধি অর্থনৈতিক পরিকল্পনা প্রণয়নে কেবলমাত্র আলাদা আলাদা সমস্যাবলীর সমাধানেই কম্পিউটার ব্যবহৃত হয়ে আসছে। লিনিয়ার প্রগ্রামিং-এর পদ্ধতিগুলি অত্যন্ত সাফল্যের সাথে সবচেয়ে কম খরচে মালামাল পরিবহনের সমস্যাদি (একে পরিবহন সমস্যা বলা হয়), অত্যনুকূলভাবে কারখানার যন্ত্রপাতির কার্যক্ষমতা ব্যবহারের সমস্যা এবং এজাতীয় অন্যান্য সমস্যার সমাধান করছে। এই ধরনের স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতি কাজে লাগিয়ে অধিকাংশ ক্ষেত্রে 10-15% ভাগ, এমনকি কোন কোন বিশেষ ক্ষেত্রে 50-60% ভাগ ব্যয় সংকোচ সম্ভব হয়েছে।

কেবলমাত্র অর্থনীতির পরিকল্পনা প্রণয়ন, নিয়ন্ত্রণ ও পরিচালনা স্বয়ংক্রিয়করণই নয়, প্রাথমিক তথ্যাদি সংগ্রহ ও সেগুলির বিন্যাস, হিসাব এবং অন্যান্য পরিসংখ্যান তথ্যাদি সরবরাহের প্রক্রিয়াগুলির পূর্ণ স্বয়ংক্রিয়করণ আজকের দিনের একটি আলোচ্য বিষয় হয়ে উঠেছে।

এই লক্ষ্যেই শক্তিশালী কম্পিউটার সম্বলিত ক্রমোচ্চ ধাপবিশিষ্ট কাঠামো সহ বিশেষ কম্পিউটার কেন্দ্র স্থাপিত হচ্ছে। এই ধরনের কেন্দ্র অন্যান্য কেন্দ্রগুলির সঙ্গে সংযুক্ত থাকে। দ্রুত প্রয়োজনীয় তথ্য পাঠানোর জন্য আধুনিক যোগাযোগ চ্যানেল নির্মিত হচ্ছে। এই কাঠামোর নিম্নস্তরের কেন্দ্রগুলির কম্পিউটার থেকে পাওয়া তথ্যাদি প্রসেস ক্রমে প্রয়োজনীয় সমাধান বের করতে ঊর্ধ্বতন কেন্দ্রস্থ কম্পিউটারের সময় লাগবে মাত্র কয়েক মিনিট যা করতে আজকাল অনেক সময়ই বছরের পর বছর লেগে যায়। প্রসেসকৃত তথ্যাদির ফলাফল প্রধান কার্যালয়ে, যেমন প্রজাতন্ত্রগুলির পরিকল্পনা পর্ষদে যাবে, আর সেখান থেকে তা সোভিয়েত ইউনিয়নের রাষ্ট্রীয় পরিকল্পনা পর্ষদে পৌঁছবে। পরবর্তীতে অন্য কোন অর্থনৈতিক সমস্যার সমাধানে ওই তথ্যের প্রয়োজন দেখা দিলে সেজন্য স্থানীয় এলাকার কম্পিউটার কেন্দ্রে তা সংরক্ষিত থাকবে। প্রয়োজনে যোগাযোগ চ্যানেল ও কম্পিউটার সংযোগ ব্যবস্থার মাধ্যমে ওই তথ্যাদি পুনঃব্যবহারের জন্য পাওয়া যাবে।

অর্থনীতির অত্যনুকূল পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণের সমস্যাগুলি উৎপাদন ব্যবস্থার অত্যনুকূল নিয়ন্ত্রণের সঙ্গে অঙ্গাঙ্গিভাবে জড়িত। বর্তমানে ডেসপাচার বা বার্তা নিয়ন্ত্রকের পক্ষে বিভিন্ন জটিল প্রক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণ বা পরিচালনার বেলায় সর্বোত্তম সিদ্ধান্ত নেওয়া সর্বদা সম্ভবপর হয় না। কারণ, মানুষের মস্তিষ্ক অত্যল্প

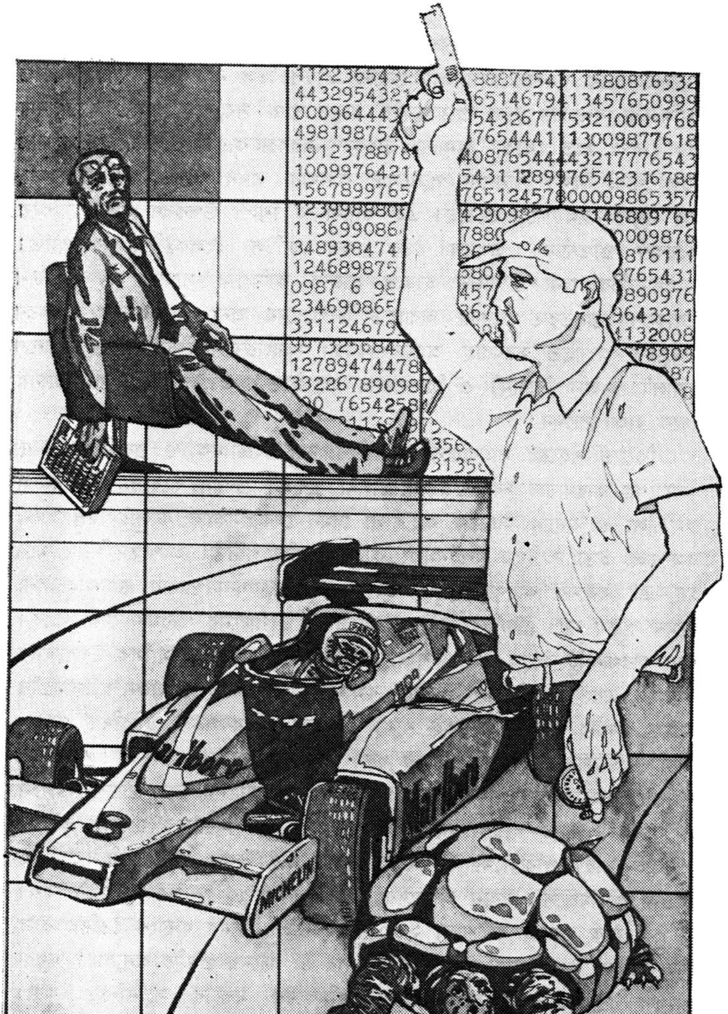


সময়ে অনেক বেশি প্রয়োজনীয় তথ্যাদি প্রসেস করতে পারে না। এক্ষেত্রে স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ প্রণালী আমাদের যথেষ্ট সাহায্য করবে। এই প্রণালীর মূলে কেন্দ্রবিন্দু হল নিয়ন্ত্রণ কার্যের সর্বশেষ উপযোগী ইউনিভার্সেল কম্পিউটার যন্ত্রগুলি। এই ধরনের যন্ত্রকে সাধারণত ইউনিভার্সেল নিয়ন্ত্রক যন্ত্র বলা হয়। উৎপাদন প্রক্রিয়া পরিচালনায় প্রয়োজনীয় তথ্যাদি স্বয়ংক্রিয়ভাবে সংগ্রহ ও সরবরাহের জন্য তথ্যাদির প্রবিষ্ট করানোর ও নিষ্কাশনের বিশেষ ব্যবস্থা এই যন্ত্রে রয়েছে।

শিল্পের বিভিন্ন ক্ষেত্রে উৎপাদন প্রক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণ ও পরিচালনার জন্য ইউনিভার্সেল নিয়ন্ত্রক যন্ত্র 'দ্নিপার' সবিশেষ উপযোগী। ইস্পাত নিষ্কাশন, গ্যাসের সাহায্যে ধাতব পদার্থ কাটা ও ঝালাই, রাসায়নিক দ্রব্যাদি, তৈল ও তৈলজাত দ্রব্যাদি উৎপাদন, রেলপথে গাড়ীর যাতায়াত, সেলুলোজ ও কাগজশিল্পে ও অন্যান্য ক্ষেত্রে এই কম্পিউটারটি উৎপাদন কার্য পরিচালনা করতে পারে। বৈজ্ঞানিক ও কারিগরি গবেষণা স্বয়ংক্রিয়করণে, বৈজ্ঞানিক ও কারিগরি পরীক্ষালব্ধ তথ্যাদি সংগ্রহ ও প্রসেসিংয়ের কাজে যন্ত্রটি ব্যবহৃত হচ্ছে।

দৃষ্টান্ত হিসাবে, বৈজ্ঞানিক গবেষণা-জাহাজ 'মিখাইল লমানসভে', 'দ্নিপার' নামক কম্পিউটার বসানোর ফলে জল-পদার্থবিদ্যার গবেষণা লব্ধ তথ্যাদি এই গবেষণামূলক নৌ-অভিযাত্রার সময়েই প্রসেসিং করা সম্ভবপর হয়েছে। অভিযাত্রা শেষ হবার পর এই কাজে আগে মাসের পর মাস, এমনকি অনেক সময় কয়েক বছর সময়ও লাগত। সাইবারনেটিক্স আজ মানব সমাজে সুপ্রতিষ্ঠিত। তা কম্পিউটারের সাহায্যে নিয়ন্ত্রণের এক অভিনব পদ্ধতি আমাদের উপহার দিয়েছে।

আধুনিক উৎপাদন পদ্ধতি অত্যন্ত জটিল হওয়ায় কম্পিউটার ও সাইবারনেটিক্স ব্যতিরেকে তা নিয়ন্ত্রণ ও পরিচালনা করা অসম্ভব। উৎপাদন পদ্ধতির প্রতিটি স্তর পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণের অর্থ হল সর্বাগ্রে উৎপাদন পদ্ধতির বিভিন্ন প্রাথমিক স্তরগুলির মধ্যেকার যোগাযোগ পদ্ধতি পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণ। যেমন কোন কারখানার একটি কর্মশালার অপর অংশগুলির সঙ্গে কিভাবে পারস্পরিক সংযোগ রক্ষিত হয়, একই শিল্পের বিভিন্ন কারখানাগুলি পরস্পরের সঙ্গে কিভাবে সংযুক্ত, বিভিন্ন শিল্পক্ষেত্রের সাথে সেগুলির কী ধরনের পারস্পরিক সংযোগ — এসব বিষয় অবশ্যই বিবেচ্য। বর্তমান বছরগুলিতে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বিপ্লবের ফলে বিভিন্ন উৎপাদন প্রকল্পের পারস্পরিক সম্পর্কের ক্ষেত্রে বিশেষ জটিলতার উদ্ভব ঘটেছে। সোভিয়েত ইউনিয়নের পুঁতিলভ শিল্প



কারখানার কথাই ধরা যাক। বিশ শতকের শুরুতে এই করখানার শিল্প উপকরণ ও যন্ত্রপাতির সরবরাহের কাজটি মোটেই জটিল ছিল না। তখন কারখানাটিতে নির্মিতব্য যন্ত্রাদির জন্য প্রয়োজনীয় ধাতুর প্রায় সবটুকুই আসত কারখানার ঢালাই-করা ধাতু থেকে। অন্যান্য উপকরণ সরবরাহকারী প্রতিষ্ঠানের সংখ্যাও ছিল খুবই কম। পুরানো পুতিলভ কারখানা এখন কিরভ শিল্পকারখানা, এই নতুন নামে গড়ে উঠেছে। এই কারখানার শিল্প উপকরণ সরবরাহ করে কয়েকশ প্রতিষ্ঠান। এখানে তৈরী হয় জটিল ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি। কারখানাটির জন্য প্রয়োজন হাজার হাজার কারিগরি সামগ্রী ও উৎপাদন উপকরণ। প্রস্তুতকৃত পণ্যের অব্যাহত উৎপাদনের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ সমূহের অব্যাহত সরবরাহ অত্যাবশ্যকীয়। স্বয়ংক্রিয় পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণ প্রণালী প্রণয়নে বিজ্ঞানী ও বিশেষজ্ঞরা এই জাতীয় জটিল শিল্প প্রতিষ্ঠানের দিকে লক্ষ্য রাখেন।

কিয়েভ শহরের সাইবারনেটিকস বিশারদরা বৈজ্ঞানিক ও প্রযুক্তিগত যন্ত্র নির্মাণের কারখানার স্বয়ংক্রিয় পরিচালনা প্রণালী প্রণয়ন করেছেন। সংযোজন কর্মশালা ও অন্যান্য সহায়ক কর্মশালা যেমন মেক্যানিক্যাল, ঢালাই, দস্তালেপন কর্মশালা ইত্যাদি নিয়ে যন্ত্রনির্মাণ কারখানাগুলি গঠিত। আপাতদৃষ্টিতে মনে হয়, এই ধরনের কারখানাগুলির উৎপাদন, পরিকল্পনা প্রণয়ন ও পরিচালনা তেমন কঠিন নয়। দ্রব্যাদির তালিকা অনুযায়ী উৎপাদনের পরিমাণ দেয়া থাকে। আর কারখানাটি বহুল উৎপাদনশীল হলে দ্রবাদির মাসিক, ত্রৈমাসিক উৎপাদনের পরিমাণ এবং মেকানিক্যাল, ঢালাই কর্মশালা ইত্যাদিতে প্রয়োজনীয় সামগ্রীর ফরমাশ দেয়ার সময়—এইটুকুই শুধু উৎপাদন পরিকল্পনায় উল্লিখিত থাকে। নির্দেশ অনুযায়ী দ্রব্যাদি প্রস্তুতের ধরন পরবর্তী পর্যায়ে করা হয়। মনে হয় সবকিছুই যেন সহজ। কিন্তু এভাবে পরিকল্পনা প্রণয়নের ফলে প্রায়শই রুটিন অনুযায়ী উৎপাদন পরিকল্পনা এবং পৃথক পৃথক কনভেয়ার বেল্টের কাজের ঘণ্টা অনুযায়ী পরিলেখের অসামঞ্জস্য থেকে যায়। সমগ্র দেশের হিসাবে এই জাতীয় অসামঞ্জস্যের দরুন আমাদের শিল্পখাত ব্যাপক ক্ষতির সম্মুখীন হয়।

ধরা যাক, ঢালাই কর্মশালা ২০০ টি বিভিন্ন ধরনের যন্ত্রাংশ তৈরির কাজ পেল। ঢালাই কর্মশালার অধিনায়ক অতঃপর উৎপাদনের প্রস্তুতি অনুযায়ী অথবা আর্থিক পরিস্থিতির অবস্থা থেকে (শ্রমিকদের মজুরি সুনিশ্চিত করা) ধারাবাহিকভাবে এসব যন্ত্রাংশ উৎপাদনের পরিকল্পনা করলেন। আর

মেকানিক্যাল কর্মশালা ব্যাপারটাকে অন্য দৃষ্টিকোণ থেকে নিল। অনেক সময়ই দেখা যায় যে, ঢালাই কর্মশালায় কোন যন্ত্রাংশ পরিকল্পনা অনুযায়ী মাসের শেষদিকে তৈরী করার কথা, কিন্তু মেকানিক্যাল কর্মশালায় পরিকল্পনা অনুসারে এই ধরনের যন্ত্রাংশ প্রসেসিং-এর জন্য প্রয়োজন মাসের প্রথম দিকটা। যদি আগের ত্রৈমাসিক উৎপাদন থেকে যন্ত্রাংশ উৎবৃত্ত থাকে, তবেই এই অবস্থায় মেকানিক্যাল কর্মশালা নির্বিঘ্নে কাজ করে যেতে পারে। কিন্তু যন্ত্রাংশ উৎবৃত্ত না থাকলেই ঢালাই কর্মশালা পরিকল্পনা বাস্তবায়নে বাধা সাধছে বলে কারখানার পরিচালক, প্রধান প্রকৌশলী, ডেস্পাচারদের কাছে অভিযোগ আসা শুরু হয়। এমতাবস্থায় কারখানা বিভিন্ন পদক্ষেপ নেয়: যন্ত্রপাতি ও উৎপাদন কনভেয়ার বেল্টের পুনর্বিন্যাস ইত্যাদি। অবশ্য প্রসেসিং-এর প্রত্যেকটি পর্যায়ের জন্য প্রয়োজনীয় সব ধরনের যন্ত্রাংশের বড় মজুদ গড়ে তোলা যায়। ফলত কারখানার সকল কর্মশালা অবাধে কাজ করে যেতে পারে। কিন্তু এর ঋণাত্মক দিকও রয়েছে। এক্ষেত্রে মজুদের পরিমাণ সবরকমের যুক্তিসঙ্গত সীমানা ছাড়িয়ে যায়। কারিগরি বিকাশের পথে এই পদক্ষেপ হল একধরনের বড় বাধা। আসলে যদি কোন কারখানা বছরের পর বছর একই রকমের সামগ্রী উৎপাদন করে এবং এই উৎপাদন বদলাতে কমপক্ষে দশ বৎসর লেগে যায়, তাহলে তেমন কোন বড় সমস্যা দেখা দেয় না। কিন্তু আধুনিক যন্ত্র ও বৈজ্ঞানিক সরঞ্জামাদি নির্মাণের কারখানাগুলো এমন দ্রব্যাদি উৎপন্ন করে যেখানে মাত্র এক সপ্তাহের মধ্যে নকশার দশরকমেরও বেশি পরিবর্তন ঘটাতে হয়। এমতাবস্থায় কারখানার পরিচালকমণ্ডলীর অবস্থা কি দাঁড়ায়? আসন্ন পরিবর্তিত নকশা উৎপাদিত সামগ্রীর মান অনেকগুণ বাড়ায়। কিন্তু এতে কারখানার গুদামে অজস্র পুরানো নকশার যন্ত্রাংশ পড়ে থাকে। এগুলির দাম লাখ লাখ রুব্‌ল। এমতাবস্থায় করণীয় কি? মজুদকৃত পুরানো মডেলের যন্ত্রাংশকে পুনঃনির্মাণের জন্য প্রেসযন্ত্রে পাঠিয়ে কারিগরির নতুনত্বকে গ্রহণ করা (অর্থনৈতিকভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হওয়া) অথবা পুরাতন মজুদ শেষ না হওয়া পর্যন্ত কৃত্রিম উপায়ে কারিগরি বিকাশের সাফল্য আটকে রাখা? অর্থাৎ দীর্ঘকাল যন্ত্রাংশ মজুদ রেখে সমস্যার সমাধানের চেষ্টা সব সময় সঙ্গত নয়।

তাহলে, দেখা যাচ্ছে নির্মিত সামগ্রীর মজুদের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ এক জটিল সমস্যা। কারখানার স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ ও পরিচালন ব্যবস্থা প্রণয়নের মাধ্যমে সমস্যাটির সমাধান সম্ভব।

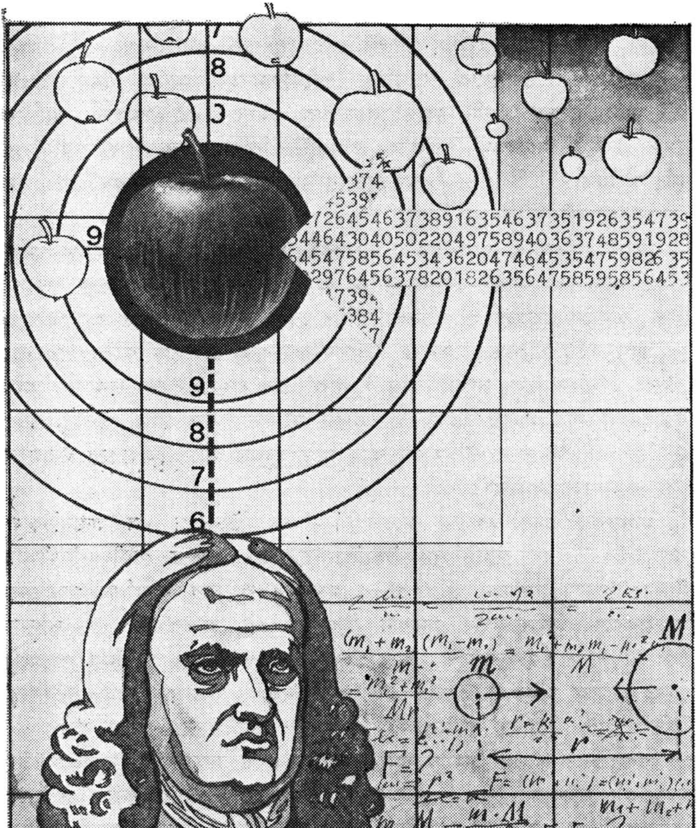
উদাহরণ হিসাবে লভ্ভ শহরের টেলিভিশন কারখানার স্বয়ংক্রিয় পরিচালন ব্যবস্থা আলোচনা করা যাক। ইউক্রেন বিজ্ঞান আকাডেমির সাইবারনেটিক্স ইনস্টিটিউটের বিজ্ঞানী ও এই কারখানার বিশেষজ্ঞরা এই প্রণালীটির নির্মাতা। লভ্ভ নামের এই স্বয়ংক্রিয় প্রণালীর কারিগরি ভিত্তি হল দুটি 'মিন্স্ক-22' কম্পিউটার। এই কম্পিউটারগুলিতে কতগুলি অতিরিক্ত পদ্ধতি যোগ করা হয়েছে। ফলত, সংযুক্ত ব্যবস্থার গুণাগুণ ও ফলপ্রসূতা বহুলাংশে বৃদ্ধি পেয়েছে।

কম্পিউটার উৎপাদন ব্যবস্থার সকল অংশের কাজের অত্যনুকূল প্রোগ্রাম প্রণয়ন সহ সকল কলকব্জার কাজ প্রতিমিনিট সময়ের হিসাবে পরিকল্পনা করে এবং সঠিকভাবে টেক্নোলজি অনুসরণের জন্য পরিকল্পনায় গৃহীত পরিলেখ অনুযায়ী কার্য সম্পাদনের প্রতি লক্ষ্য রাখে। এতে প্রয়োজনমতো নির্দিষ্ট সংযুত যন্ত্রপাতি চালু থাকে। এমনকি তা মেকানিক্যাল, ঢালাই প্রভৃতি কর্মশালায় যথেষ্ট সময় থাকতেই প্রয়োজনীয় যন্ত্রাংশের ফরমাশ দিতেও ভুল করে না। কারখানার কর্মশালাগুলির অবস্থা সম্পর্কে নিরপেক্ষ ও সার্বিক তথ্যাদি এই পদ্ধতির সাহায্যে যে কোন সময় পাওয়া যায়।

ফলত, শিল্পপ্রতিষ্ঠানের লাভ ব্যাপকভাবে বৃদ্ধি পায়। শিল্পকারখানায় স্বয়ংক্রিয় প্রণালী 'লভ্ভ' চালু করার ফলে যন্ত্রপাতি ও কলাকৌশলের ব্যবহারের ফলপ্রসূতা ও শ্রমের উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি পেয়েছে। যথেষ্ট দূরে অবস্থিত কারখানাগুলির উৎপাদন ব্যবস্থার পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণ স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য অন্যান্য শহরের কম্পিউটার কেন্দ্রের ডিজিট্যাল কম্পিউটারগুলি ব্যবহার করা যেতে পারে।

নিয়ন্ত্রক যন্ত্র নির্মাণের কল্যাণে উৎপাদন ব্যবস্থার স্বয়ংক্রিয়করণের কেবল অর্ধেক সমাধান করা গেছে। উৎপাদন ব্যবস্থার পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণের জন্য ফলপ্রসূ আলগরিদম্ উদ্ভাবন মোটেই কম গুরুত্বপূর্ণ নয়। প্রযুক্তিগত বা উৎপাদন বিষয়ক লক্ষ্যবস্তুর পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণের সাধারণ তত্ত্বাদির উদ্ভাবন হল টেকনিক্যাল সাইবারনেটিক্সের গবেষণার বিষয়বস্তু।

বিচক্ষণ কম্পিউটার — বিজ্ঞানীদের বিশ্বস্ত সহায়ক। উৎপাদন ব্যবস্থার আলগরিদম প্রণয়নের প্রক্রিয়াটি সাধারণত খুবই শ্রমসাধ্য। আর যেহেতু উৎপাদনের টেকনোলজি নিয়তই পরিবর্তনীয়, সেইহেতু আলগরিদমের নিয়ন্ত্রক



9
8
7
6
m
M
F=?
$F_1+F_2=?$
$F=f\frac{mM}{r^2}$

প্রণালীর পরিবর্তন এবং উৎকর্ষ সাধনও প্রয়োজন। এই সমস্যার সমাধানে প্রায়শই খোদ উৎকর্ষসাধনক্ষম প্রণালী ব্যবহারের চেষ্টা করা হয়।

মানুষের মস্তিষ্কে সংঘটিত প্রক্রিয়াসমূহের মডেল নির্মাণ হল সাইবারনেটিক্সের একটি কৌতুহলোদ্দীপক সমস্যা। এই সমস্যার সমাধানে খোদ উৎকর্ষ সাধণক্ষম প্রণালীর ভূমিকাটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। মানুষের মস্তিষ্ক অত্যন্ত জটিল ও বিস্ময়করভাবে সুসংগঠিত এবং উৎকর্ষ সাধনক্ষম একটি প্রণালী।

নিম্নোক্ত দৃষ্টান্ত থেকে আমরা মস্তিষ্কের উক্ত সম্ভাবনার জাজ্বল্যমান প্রমাণ পেতে পারি। ধরা যাক, বহুতলা বাড়ির অস্তিত্ব সম্পর্কে একজন লোক সম্পূর্ণ অজ্ঞ। একবার একতলা ও পাঁচতলা বাড়ির ছবি দেখালে ভবিষ্যতে অন্য ছবিতে বহুতলা বাড়ি সঠিকভাবে সনাক্ত বা শ্রেণীবদ্ধ করা তারপক্ষে কঠিন হবে না। অর্থাৎ একাধিক তলা সম্পন্ন বাড়ি সম্পর্কে তার যথেষ্ট ধারণা জন্মাবে। অন্য কথায় বলা যায়, মানুষ বাহ্যত অপেক্ষাকৃত সহজভাবে যে কোন শ্রেণীর ছবির সনাক্তির জন্য নিজেকে উপযোগী করে গড়ে তুলতে পারে (আমাদের উদাহরণ হল কয়েকতলা বাড়ির ছবি)।

মস্তিষ্কের এমন ক্ষমতার মডেল নির্মাণের উদ্দেশ্যে সাইবারনেটিকসে বহুসংখ্যক বিবিধ আলগরিদম উদ্ভাবিত হয়েছে। এক্ষেত্রে পরীক্ষা-নিরীক্ষার সংখ্যাও প্রচুর। দৃশ্যমান প্রতিরূপ ও মানুষের কণ্ঠস্বর স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতিতে সনাক্তকরণের সমস্যাবলীর সমাধান উদ্ভাবনে এই আলগরিদমগুলি সাহায্য করেছে। তা সত্ত্বেও স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতিতে স্বরসনাক্তি প্রক্রিয়ার প্রাথমিক পদক্ষেপ গ্রহণই কেবল সম্ভবপর হয়েছে। কম্পিউটার এখন পর্যন্ত নির্ধারিত শর্তে বিভিন্ন কণ্ঠে উচ্চারিত সীমিত সংখ্যক শব্দই শুধু সনাক্ত করতে পারে।

চিন্তনক্রিয়ার মডেল নির্মাণ সমস্যার প্রাথমিক ও অপেক্ষাকৃত সহজ পর্যায় হচ্ছে কম্পিউটারকে দৃশ্যমান ও অন্যান্য প্রতিরূপগুলি সনাক্ত করতে শেখান। যৌক্তিক চিন্তন, ভাষণশিক্ষণ, সৃজনশীল প্রক্রিয়ার মডেল নির্মাণ করতে শেখান ইত্যাদি হল সমস্যাটির জটিল পর্যায়ের অন্তর্গত প্রশ্নাবলী।

যুক্তিসঙ্গত চিন্তনের ক্ষেত্রে সর্বাগ্রে এমন কিছু প্রণালীর মডেল করা হচ্ছে, যেগুলি গণিতশাস্ত্রের বিভিন্ন শাখার উপপাদ্যগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রমাণ করতে পারবে। উল্লেখ্য, এই উপপাদ্যগুলি শুধু পাঠ্যপুস্তক থেকেই নেওয়া হয়নি, এগুলির কোন কোনটি এমন নতুন যে, সে সম্পর্কে আগে আমাদের কোন

ধারণাই ছিল না। এই ধরনের স্বয়ংক্রিয়করণের গুরুত্ব অপরিসীম। আধুনিক, এমনকি অপেক্ষাকৃত পুরানো হয়ে-যাওয়া ইউনিভার্সেল ডিজিট্যাল কম্পিউটারের কাজের দ্রুততা ও নির্ভুলতা ব্যবহারক্রমে অদূর ভবিষ্যতে মানুষের পক্ষে অত্যন্ত দুরূহ এবং জটিল উপপাদ্য সপ্রমাণ সম্ভব হবে।

এখন প্রশ্ন হল বিজ্ঞানের নিজস্ব বিকাশে কিভাবে স্বয়ংক্রিয়করণ ব্যবহার করা যায়। ভবিষ্যতে সাইবারনেটিক্‌স যন্ত্র মানুষের অতি প্রয়োজনীয় এক সহায়ক হয়ে দাঁড়াবে। এগুলি কেবল নতুন নতুন উপপাদ্যই সপ্রমাণ করবে না, গবেষণায় নিরীক্ষিত ফলাফল থেকে সিদ্ধান্তও নিতে পারবে, এমনকি এগুলির পক্ষে প্রাকৃতিক ও অন্যান্য বিজ্ঞানের শাখাসমূহে নতুন নতুন তত্ত্বাদির উদ্ভাবনও সম্ভবপর হবে। ইতিমধ্যেই জটিল গণনা ও পরীক্ষালব্ধ তথ্যাদি প্রসেসিং-এর সাহায্যে তথ্য সরবরাহ ও গ্রন্থতালিকা তৈরির কাজে কম্পিউটার ব্যবহৃত হচ্ছে। আগে এই কাজে বিজ্ঞানীদের অনেক বেশি সময় খরচ হত। বৈজ্ঞানিক তথ্যাদিকে কেবল গ্রন্থাগারে না জমিয়ে বিশেষভাবে নির্মিত তথ্য সরবরাহ কেন্দ্রের সাইবারনেটেক্‌স যন্ত্রের ইলেকট্রনিক মস্তিষ্কে সঞ্চয় করা বর্তমানে নীতিগতভাবে সম্ভব। এসব কেন্দ্র থেকে অত্যন্ত কম সময়ে প্রয়োজনীয় তথ্যাদি, বৈজ্ঞানিক নিবন্ধের সারসংক্ষেপ বা বিষদ বিবরণ ইত্যাদি পাওয়া যাবে।

স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতিতে এক ভাষা থেকে অন্য ভাষায় অনুবাদ, প্রবন্ধের সারাংশ লেখা ইত্যাদি বৈজ্ঞানিক সৃজনশীলতায় গুরুত্বপূর্ণ স্থান দখল করবে। এজন্য বিভিন্ন ভাষায় জ্ঞানসমূহ কম্পিউটারের অন্তর্ভুক্ত করতে হবে। প্রাথমিক পর্যায়ে এতে থাকবে প্রয়োজনীয় শব্দকোষ ও ব্যাকরণের নিয়মাবলী। কম্পিউটারকে তার মস্তিষ্কে সঞ্চিত বিভিন্ন বাক্যের অর্থ সনাক্ত করা শিখানোয় কোন অসুবিধা নেই।

ইউক্রেন বিজ্ঞান আকাডেমিতে এ নিয়ে পরীক্ষা করা হয়েছে। ইউনিভার্সেল ডিজিট্যাল কম্পিউটার প্রশিক্ষণের পর্যায়ে আন্দাজে বাছাই করা ১০০টি শব্দ দ্বারা তৈরি বাক্যের অভিধান থেকে অর্থপূর্ণ বাক্যগুলিকে অর্থহীন বাক্য থেকে আলাদা করা শিখেছিল। প্রশিক্ষকের দেয়া বাক্যগুলিকে কম্পিউটার কেবল অন্ধভাবে মুখস্তই করেনি, সে নতুন নতুন অর্থে শব্দ ব্যবহার করত ও প্রয়োজনে প্রশিক্ষককে প্রশ্ন করত। 'পরীক্ষা দেয়ার' সময় তার জানা বাক্য ছাড়াও সম্পূর্ণ নতুন বাক্যের অর্থ নির্বাচনেও কম্পিউটটার নিজ সাফল্যের প্রমাণ দিয়েছিল।

প্রশ্ন জাগে, সৃজন প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণ সম্ভব কি? বৈজ্ঞানিক সৃজন প্রক্রিয়ার কথা ইতিপূর্বে আলোচিত হয়েছে। প্রথমে অবশ্যই নির্ধারণ করতে হবে, মূল সমস্যার প্রত্যক্ষ সমাধানের চেয়ে তার প্রোগ্রাম তৈরীতে বেশী চেষ্টা করতে হবে কিনা।

সহজ একটা উদাহরণ দেখা যাক। মনে করি, প্রোগ্রামার দ্বিঘাত সমীকরণ সমাধান করতে জানে না। কিন্তু কোন সংখ্যা উক্ত সমীকরণের সমাধান কিনা তা যাচাই করতে পারে। এক্ষেত্রে তার পক্ষে সমীকরণের সমাধান নির্ণয়ের এমন প্রোগ্রাম তৈরী করা সম্ভব যা একের পর এক সহজ থেকে জটিল ফর্মূলা নির্মাণ ও তার সঠিকতা পরীক্ষা করে দেখবে। প্রাপ্ত প্রোগ্রামের সাহায্যে বর্ণিত দ্বিঘাত সমীকরণের অথবা সমীকরণ প্রণালীর সমাধান করা যায় কিনা তা দেখার জন্য কম্পিউটার প্রতিবারে একটি করে ফর্মূলা নিয়ে পরীক্ষা করবে। পরীক্ষা সফল না হলে যন্ত্র স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরবর্তী ফর্মূলা নির্মাণ ও পরীক্ষা করে দেখবে। আসন্ন প্রয়াস সফল না হওয়া পর্যন্ত প্রক্রিয়াটি চলবে। কম্পিউটার অত্যন্ত দ্রুত কর্মক্ষম বিধায় অল্প সময়েই প্রয়োজনীয় ফর্মূলা নির্ণয় সম্ভবপর হবে। এই জাতীয় পদ্ধতিতে জটিল সমস্যার সমাধান সব সময়েই মেলে না। অত্যন্ত দ্রুত কাজ করার ক্ষমতার দরুন কম্পিউটার অনুরূপ সমস্যার সমাধানে মানুষের ব্যবহার্য পদ্ধতির তুলনায় অনেক সহজ পদ্ধতিতে করতে পারে। তাই সৃজনশীল জগতে বিদ্যমান এমন কিছু কিছু সমস্যার প্রোগ্রাম করা এই সমস্যার সরাসরি সমাধানের চেয়ে অনেক সহজ। বস্তুত এই কাজটি সহজতর এজন্য যে, সৃষ্ট প্রোগ্রাম একই জাতীয় সকল সমস্যার সমাধানে ব্যবহৃত হয়।

মানুষ ও কম্পিউটার। সৃজনশীল প্রক্রিয়াগুলি স্বয়ংক্রিয় করার বিষয়টি সবসময়ই সাইবারনেটিক্সের অত্যন্ত কৌতুহলপূর্ণ প্রশ্ন ছিল।

ইদানীং সৃজনশীল প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয়করণ সমস্যার বাস্তব সমাধানের কিছু কিছু নিরপেক্ষ তথ্যাদি পাওয়া যাচ্ছে।

প্রথমত কম্পিউটারের নির্মাণকৌশল ও গঠন প্রণালীতে সারা পৃথিবী জুড়ে অর্জিত উল্লেখযোগ্য সাফল্যের ফলে মানুষের পক্ষে কম্পিউটারের সাথে মেলামেশা অর্থাৎ কম্পিউটার ব্যবহার অনেকটা সহজ হয়েছে।

দ্বিতীয়ত কম্পিউটারের মননশীলতা যথেষ্ট বৃদ্ধি পেয়েছে।

মানুষ ও কম্পিউটারের মেলামেশা সহজ হয়েছে ও কম্পিউটারের মননশীলতা বৃদ্ধি পেয়েছে বলতে কি বোঝায়?

এই প্রসঙ্গে সর্বাগ্রে উল্লেখ্য যে, কম্পিউটারের সঙ্গে সরাসরি কিছু সংখ্যক কম্পিউটার ব্যবহারকারীর প্রত্যক্ষ যোগাযোগ সম্ভব। এদের সঙ্গে কাজের জন্য সময় বিভক্তকারী একটি নতুন প্রণালী উদ্ভাবিত হয়েছে। প্রণালীটি কী?

বিষয়টি এরূপ: কম্পিউটার একসঙ্গে উল্লেখ্য সংখ্যক লোকের সঙ্গে কাজ করতে পারে। বর্তমানে একটি কম্পিউটার কয়েকশ লোকও ব্যবহার করতে পারে। ব্যবহারকারী বিশেষভাবে নির্মিত প্যানেলের সাহায্যে যোগাযোগ চ্যানেলের মাধ্যমে কম্পিউটার কেন্দ্রের সাথে সংযোগ রাখে। কম্পিউটারের জন্য প্রোগ্রাম টাইপকারী টাইপরাইটার, যে কোন ধরনের সংখ্যা ও পরিলেখ চিত্রিত করার জন্য নানারকমের পর্দা, কম্পিউটারে সরবরাহকৃত তথ্যের ভুলত্রুটি সংশোধনকারী বিশেষভাবে নির্মিত আলোক স্তম্ভ, প্রভৃতি ব্যবস্থা এ ধরনের প্যানেলে রয়েছে।

কম্পিউটার কেন্দ্র থেকে বহু কিলোমিটার দূরে অবস্থানকারী যে কেউ অবাধে কেন্দ্রস্থ যন্ত্র থেকে প্রয়োজনীয় উত্তর পেতে পারে।

পক্ষান্তরে কম্পিউটার তার কাজের দ্রুততা, স্মরণশক্তি ও প্রদত্ত সমস্যার জটিলতা বিবেচনা করে যদি কাজটি করা সম্ভবপর বলে সিদ্ধান্ত নেয় তাহলে সমস্যাটির সমাধান সে নিজেই করবে। কিন্তু যন্ত্রটির পরামিতি এই সমস্যার জন্য উপযুক্ত না হলে অথবা সমস্যাটি তার জন্য অত্যধিক জটিল হলে কাজটি আরও শক্তিশালী কম্পিউটারে পাঠিয়ে দেয়।

১৯৬৮ সালে এডিনবার্গে অনুষ্ঠিত ইন্টারনেশন্যাল ফেডারেশন অফ ইনফরমেশন প্রসেসিং-এর (IFIP) চতুর্থ কংগ্রেসে আগামী ১৫-২০ বৎসরে কম্পিউটেশন প্রণালীর বিকাশের প্রশ্ন আলোচিত হয়। এই সম্মেলন 'প্রত্যেক পরিবারে সাইবারনেটিক্স প্যানেল' এই শ্লোগান গ্রহণ করে।

শত শত বৎসরে মানবসভ্যতা বিপুল তথ্যসম্পদ সংগ্রহ করেছে। ভবিষ্যতে এমন তথ্যের তালিকা তৈরি করা সম্ভব হবে যাতে ব্যবহারকারী, এমনকি ব্যক্তিগত পর্যায়েও এই তথ্যসম্পদ ব্যবহার করতে পারবেন। এজন্য তথ্য-কম্পিউটার কেন্দ্রের সঙ্গে যুক্ত প্যানেল প্রত্যেক পরিবারের জন্য ভাড়া করে রাখাই যথেষ্ট হবে। এরকম প্রণালীর তথ্যকেন্দ্রে প্রশ্ন করে যে কোন রকমের তথ্য ও সর্বমুখী সংবাদ পাওয়া যাবে।

ফলত, রাষ্ট্রের ক্ষুদ্রতম কোষ হিসাবে পরিবারে জ্ঞান ও সংস্কৃতির

মান সোজাসুজি তথ্যপ্রণালী ব্যবহারের উপর নির্ভরশীল হবে। দূরে অবস্থিত প্যানেলের ব্যবহারের নিয়মের ভিত্তিতে এই পদ্ধতি গড়ে উঠবে। প্রায় প্রত্যেক পরিবারেই যে কেনে বয়সের স্কুলের ছাত্র-ছাত্রী থাকে। তাদের শিক্ষাপদ্ধতি সহজ হবে, ছাত্র-ছাত্রীদের সক্রিয়তা বাড়বে। তারা বাড়িতে ও স্কুলে সোজাসুজি এই প্যানেলের সাহায্যে শিক্ষা বিষয়ক পরামর্শ পাবে।

এমন প্যানেলের ভাড়া টেলিভিশন ব্যবহার করতে যে খরচ হয় তার চেয়ে বেশি না হলেই কেবল এই চিন্তাধারার বাস্তবায়ন সম্ভব হবে।

কম্পিউটার টেকনোলজি জনসাধারণের কাছে কম্পিউটারের সরাসরি ব্যবহার কতটা এগিয়ে নিয়ে যাচ্ছে এর থেকে তা স্পষ্ট।

মানুষ ও কম্পিউটারের যোগাযোগ সহজতর করার জন্য বর্তমানে ইনপুট ও আউটপুট ব্লক-এর নানাবিধ ব্যবস্থা যথেষ্ট উন্নত করা হয়েছে। এই পদ্ধতিগুলির সাহায্যে কম্পিউটারে প্রয়োজনীয় তথ্যাদি আমাদের অভ্যাসমত প্রচলিত সাধারণ পদ্ধতিতে সরবরাহ করা যাবে। যন্ত্র থেকে এভাবে উত্তরও মিলবে। আজকাল বহু রকমের স্বয়ংক্রিয় পাঠযন্ত্র উদ্ভাবিত হয়েছে। অবশ্য অর্থনৈতিক বিবেচনায় এই পদ্ধতির ব্যাপক প্রয়োগ এখনও সম্ভব নয়। কারণ, তা অত্যন্ত ব্যয়বহুল।

যেসব ভাষায় মানুষ কম্পিউটারের সঙ্গে যোগাযোগ করে, নির্দিষ্ট কাজের মাধ্যমে সেগুলির বিকাশ মানুষ ও কম্পিউটারের মধ্যেকার মেলামেশা সহজতর করতে পারে।

বর্তমানে কম্পিউটারকে (যেমন 'মির-১' কম্পিউটার) দেয়া কাজের ভাষার সঙ্গে প্রাথমিক ও উচ্চতর গণিতশাস্ত্রের বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহারকারী বিজ্ঞানকর্মীদের ব্যবহৃত গাণিতিক ভাষার যথেষ্ট সাদৃশ্য সৃষ্টি করা সম্ভব হয়েছে।

বিজ্ঞানী ও ডিজাইনাররা কম্পিউটারের মননশীলতা যথাসম্ভব বাড়ানোর চেষ্টা করছেন। কম্পিউটারে এক ধরনের যুক্তিসঙ্গত চিন্তাধারা সৃষ্টিই তাদের লক্ষ্য, যাতে প্রাথমিক প্রত্যয়গুলি তাকে আর ব্যাখ্যা করতে না হয়। উদাহরণস্বরূপ কিভাবে একটি কোণের সাইন (Sine) অনুপাত বের করতে হয়, এমন প্রাথমিক কাজের ধারণা যেন তার ভিতরেই থাকে।

ইউক্রেন বিজ্ঞান আকাদেমির সাইবারনেটিক্স ইনস্টিটিউট সৃষ্ট কম্পিউটার 'মির-২' তার গঠনের বৈশিষ্ট্যের গুণে প্রকৌশল বিজ্ঞানের উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানের ছাত্রদের মতই গণিতশাস্ত্রে জ্ঞান রাখে।

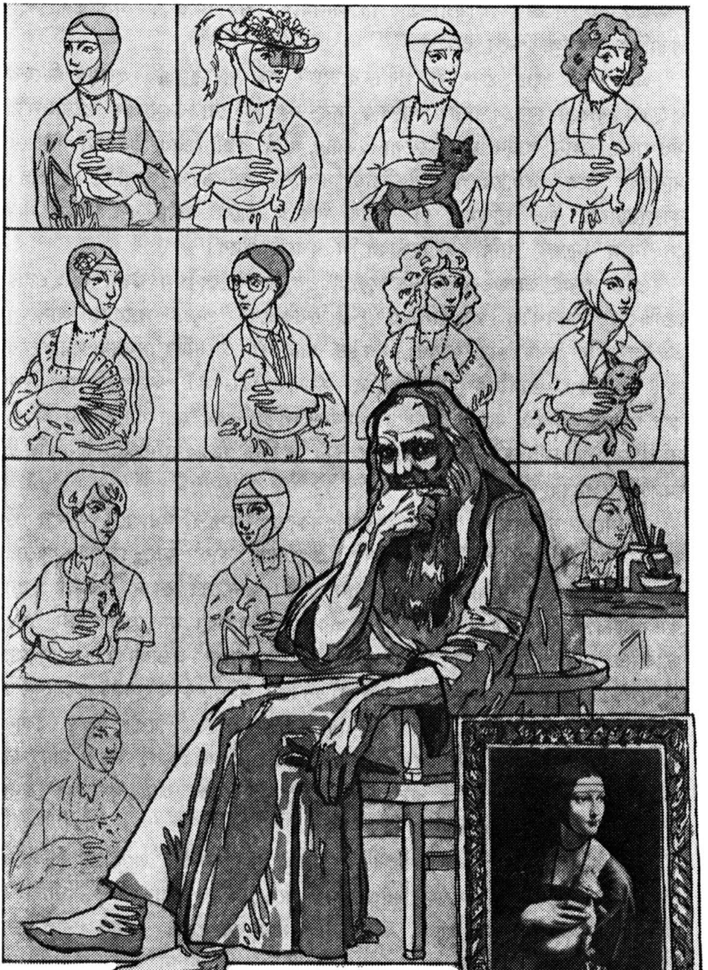
এই কম্পিউটার বীজগণিত, ত্রিকোনমিতি ও বিশ্লেষণ গণিতের দুই শতাধিক ফর্মুলা 'মনে রাখছে'।

এই নতুন যন্ত্রে প্রদর্শনী পর্দা রয়েছে। এই পর্দায় এক হাজার চিহ্নের ফর্মুলা পাওয়া যেতে পারে। আলোক-নিব্-এর সাহায্যে ফরমুলায় প্রয়োজনীয় সংশোধন, কোন লাইন মুছে ফেলা ইত্যাদি কাজ করা চলে। এই কম্পিউটারে মানুষের সঙ্গে যোগাযোগের পদ্ধতিটি সম্পূর্ণ নতুনভাবে সংগঠিত হয়েছে। কম্পিউটারটি এত বুদ্ধিমান যে অনেক কিছুই তাকে ব্যাখ্যা করতে হয় না। সে নিজে নিজেই গাণিতিক হিসাবগুলি করতে পারে।

প্রতি বছরই উন্নততর ও নির্ভরযোগ্য প্রযুক্তিগত কৌশল উদ্ভাবিত হওয়ার প্রেক্ষিতে সৃজনশীল প্রক্রিয়াসমূহ স্বয়ংক্রিয়করণের প্রকৃত সুযোগ আসছে। এই প্রক্রিয়ার প্রথম স্তরে কবিতা, সঙ্গীত, চারুকলা ইত্যাদির সমস্যা সমাধানের চেষ্টা চলছে। প্রাথমিক প্রচেষ্টাগুলি সফলও হয়েছে। কম্পিউটারের জন্য কৃত প্রোগ্রামগুলিতে যথেষ্ট উঁচুদরের 'মননশীলতা' লক্ষ্য করা যায়। এটা অবশ্য সত্যি যে, মেধাবী কবি, সুরকার, শিল্পীর সৃষ্টির সঙ্গে যান্ত্রিক সৃজনশীলতা মোটেই তুলনীয় নয়।

বর্তমানে সৃজনশীল প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয়করণ সমস্যার সমাধানে মানুষ ও কম্পিউটার (মানুষ-কম্পিউটার প্রণালী) একযোগে কাজ করছে। এই ধরনের প্রণালীতে মানুষই মুখ্য ভূমিকা পালন করে। মানুষের কোন সাহায্য ছাড়া কম্পিউটারকে পূর্ণক্ষমতা দেয়ার প্রশ্ন একান্তই অবান্তর। মানুষের স্বজ্ঞা, তার জীবনের নানা অভিজ্ঞতার সৃষ্টি কম্পিউটারের পক্ষে অভাবনীয়। পক্ষান্তরে গণনপ্রক্রিয়া সমাধানে কম্পিউটার প্রচন্ড গতিশীল। আধুনিক কম্পিউটার সেকেন্ডে কয়েক লক্ষ মৌলিক গাণিতিক হিসাব-নিকাশ করতে পারে। কিন্তু কোন অবস্থাতেই কম্পিউটার স্বজ্ঞাজাত তাৎক্ষণিক চিন্তার অধিকারী নয়। মানুষের জন্য সহজবোধ্য বিষয়গুলি কম্পিউটারের পক্ষে জটিল আর মানুষের জন্য জটিল বিষয়গুলি কম্পিউটারের পক্ষে সহজ।

ডিজাইনারের কাজ স্বয়ংক্রিয়করণের কথাই ধরা যাক। এক্ষেত্রে বর্তমানে ডিজাইনারের ভূমিকাটি খুবই সহজলক্ষ্য। মনেকরি বসতবাড়ি বা যাত্রিবাহী জাহাজের নক্শা তৈরি হবে। কম্পিউটার মানুষের চেয়ে অনেক ভালভাবে বাসযোগ্য স্থানের বর্গমিটারের হিসাব করে জাহাজের কেবিন অথবা বাসগৃহের ঘরগুলি বিন্যাস করবে। কিন্তু এতে হয়ত বা কিছু ছোটখাট খুব সাধারণ



ত্রুটি থেকে যাবে। যেমন, কোথাও দরজা হয়ত বারান্দার দিকে খুলবে না। কারণ, এসব ছোটখাট জিনিসের সবকিছু প্রোগ্রাম করার সময় হয়ত বা তা বিবেচনা করা হয় নি। নক্শার ত্রুটিগুলি দেখে ডিজাইনার তা দ্রুত সংশোধন করবেন।

স্বয়ংক্রিয় প্রণালীগুলিতে ডিজাইনারের সঙ্গে কম্পিউটারের পাল্টা যোগাযোগ ব্যবস্থাও আছে। এতে ফ্লাটের নক্শা প্যানেলের পর্দায় ভেসে ওঠে এবং ডিজাইনার তা দেখে ঘরগুলির বিন্যাস সম্পর্কে সিদ্ধান্ত নিতে পারেন। যেমন, সে কোন দেয়ালকে ডানে অথবা বামে এক মিটার সরাতে চাইলে তিনি তৎক্ষণাৎ কম্পিউটারকে তা জানাবেন। আলোক-নিব-এর সাহায্যে ত্রুটিপূর্ণ অংশগুলিকে ডিজাইনার কেটে বাদ দেন এবং কোন দিকে দেয়াল কতখানি সরবে তা তীরচিহ্নের সাহায্যে দেখান। অতঃপর তার সামনে তৎক্ষণাৎ সংশোধিত নক্শাটি ভেসে ওঠে। আবারও নক্শার ভালমন্দ দিক বিবেচনা করা যায়। এভাবে নক্শানির্মাতা শেষ সিদ্ধান্ত না নেওয়া পর্যন্ত ভাঙ্গাগড়া চলতেই থাকে।

অতএব দেখা যাচ্ছে মানুষকে সব সময়েই কম্পিউটারের সন্ধানকাজ পরিচালনা করতে হয়। যন্ত্র এক্ষেত্রে ডিজাইনারকে নক্শার নানা রকমফের সম্পর্কে প্রস্তাব দিয়ে থাকে। কিন্তু শেষ সিদ্ধান্ত সব সময় মানুষকেই নিতে হয়। প্রকল্পের তাৎপর্যহীন ব্যত্যয় বা রকমফেরগুলি পরীক্ষার জন্য অযথা সময় নষ্ট না করে কম্পিউটার সেগুলি আগে থেকেই বাতিল করে দিতে পারে। স্বয়ংক্রিয় প্রকল্প প্রণয়ন প্রণালীতে এমন ব্যবস্থা থাকা বর্তমানে বাঞ্ছনীয়। এজন্য বিশেষ ধরনের স্বজ্ঞা কম্পিউটারকে দিতে হবে।

মানুষ ও কম্পিউটারের পারস্পরিক সম্পর্ক কোন প্রতিষ্ঠানের পরিচালক ও অধীনস্থ কর্মচারীদের কর্মপদ্ধতির কথা মনে করিয়ে দেয়। পরিচালক কার্য সম্পাদন সম্পর্কে ধারণা দেন আর অধীনস্থরা মেধাবী নির্বাহীকর্মীদের মত সেগুলি বাস্তবায়িত করে।

সাহিত্য, শিল্পকলা ও কম্পিউটার। ভাষা ও সাহিত্যের বিভিন্ন প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণের কাজটি খুবই গুরুত্বপূর্ণ। ধরা যাক ভাষাতত্ত্ববিদরা শেক্সপিয়রের রচনাবলীর ভাষার বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে গবেষণা করছেন। শেক্সপিয়রের সম্পূর্ণ রচনাবলী কম্পিউটারে রেখে দেয়া আছে। কম্পিউটার সেগুলি মনে রেখেছে। কোন বিশেষ অর্থে নির্দিষ্ট কোন ক্রিয়াপদ শেক্সপিয়রের রচনাবলীতে

কতবার ও কোথায় কোথায় ব্যবহার করা হয়েছে — ধরা যাক বিজ্ঞানীরা কম্পিউটারকে প্রশ্নটি জিজ্ঞেস করলেন। উত্তরে কম্পিউটার শেক্সপিয়রের রচনাবলীতে ক্রিয়াপদটি ২২৭ বার উল্লেখিত বলে জানায় এবং এসঙ্গে পৃষ্ঠার সংখ্যাগুলিও বলে দেয়। বিজ্ঞানীরা অতঃপর শেক্সপিয়র রচনাবলীর ভাষা সম্পর্কে যে কোন প্রকল্প বিবেচনা করতে পারেন আর কম্পিউটার সেগুলির যথার্থতা সমর্থন বা বাতিল করতে পারেন।

নিঃসন্দেহে এতে ভাষাবিদদের কাজ অনেকটাই ত্বরিত হয়েছে। কারণ, ব্যক্তিগত শব্দকোষ (অর্থাৎ কোন লেখক, কবি বা নাট্যকারের রচনাবলীতে ব্যবহৃত শব্দাবলী) তৈরির কষ্টকর ও একঘেয়ে যে কাজটি ভাষাবিদদের করতে হত তা কম্পিউটারই করবে আর এতে সময়ও লাগবে অনেক কম।

'ইলিয়াড' ও 'ওডেসি'র লেখক কে তা জানার জন্য বর্তমানে এক আকর্ষণীয় পরীক্ষা নিষ্পন্ন হয়েছে। প্রশ্ন ছিল: এই রচনাগুলি কি একই লেখকের নাকি কোন উপকথা? কম্পিউটারের সাহায্যে বইগুলির লেখক কে তা সহজেই প্রমাণ করা গিয়েছিল।

একজন সাহিত্যিকের রচনাশৈলীর জন্য বৈশিষ্ট্যপূর্ণ কিছু সংখ্যক উক্তি কতবার ব্যবহৃত হয়েছে তা পরীক্ষা করে দেখার জন্য অনুরূপ শব্দকোষ কম্পিউটারে দেয়া হয়েছিল। 'ইলিয়াড'-এর প্রথমাংশের উক্তিগুলির বিশ্লেষণ করা হয়। অতঃপর পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে 'ইলিয়াড' ও 'ওডেসি'র শৈল্পিক বৈশিষ্ট্যগুলি বিশ্লেষণ করে দেখা হয়। তুলনামূলক বিশ্লেষণ আমাদের দেখায় যে 'ইলিয়াড' ও 'ওডেসি' একই গ্রন্থকারের রচনা।

মানুষ-কম্পিউটার প্রণালী শিল্পকলার ক্ষেত্রেও পুরোপুরি গ্রহণযোগ্য। এডিনবার্গে অনুষ্ঠিত IFIP-68 কংগ্রেসে শিল্পকলায় কম্পিউটার ব্যবহারের উপর বিশেষ জোর দেয়া সহ পৃথক সেমিনারে আলোচিত হয়েছে।

যেমন, ফ্রান্সে কার্টুন সিনেমা নির্মাণে কম্পিউটার ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন ভঙ্গিমায় মানুষের কয়েকটি ছবি, গাছ-পালা ও বাড়িঘরের ছবি ইত্যাদি শিল্পী আঁকেন। এগুলো সবই আলাদা ছবি। কম্পিউটারকে ছবির বামকোণে দুটি গাছ আর ডানকোণে বাড়ি বসাতে বলা হয়। সাথে সাথে পর্দায় একটি ছবি ভেসে উঠে। চিত্রকর ছবিটি বিবেচনা করে দেখেন ও নিজস্ব রুচি অনুযায়ী বিভিন্ন উপাদানের স্থান বদলান। অতঃপর কম্পিউটারে ছায়াছবির প্রথম ও শেষ শট্ বা ক্যাডার নেয়া হয়। মধ্যবর্তী ক্যাডারগুলি কম্পিউটার

নিজেই তৈরি করে। ছবি নির্মাণের প্রক্রিয়ায় শিল্পী বাদ পড়ে না। কিন্তু কম্পিউটারের কল্যাণে একঘেয়ে ও কষ্টসাধ্য কাজগুলি এড়াতে পারেন। এভাবে তিনি নিজ কর্মক্ষমতা বহুগুণ বাড়াতে পারেন।

অপেক্ষাকৃত কম হলেও আঁকিয়ে-কম্পিউটার শিল্পীকে ছবি আঁকতে যথেষ্ট সাহায্য করে। মানুষের পার্শ্বচিত্রের বিভিন্ন সমন্বয় ও ভঙ্গিমা এস্‌কিজ করার সময় কম্পিউটার অত্যন্ত সহায়ক হয়। অবশ্য শিল্পীই নিজে সর্বশেষ সিদ্ধান্ত নেয়। কারণ, বিভিন্ন লোকের সঙ্গে মেলামেশার ফলে তার পক্ষেই কেবল সূক্ষ্মভাবে শৈল্পিক রুচির বিকাশের ধারাটি বোঝা সম্ভব।

অলঙ্করণ শিল্পে 'ইলেকট্রনিক চারুকলা' সবিশেষ আকর্ষণীয়। যথাযথ প্রোগ্রামের ভিত্তিতে অলঙ্কারিক রচনায় বিভিন্ন অংশ আঁকার জন্য রঙের ছটা, রেখার সমন্বয়, রঙের প্রগাড়তা ইত্যাদির অগণিত রকমফের কম্পিউটারই তৈরি করতে পারে। কম্পিউটারের পর্দা যেন জীবন্ত ইদেল — তা মানুষের যে কোন শৈল্পিক কল্পনা প্রতিফলিত করতে পারে। নতুন শিল্পসৃষ্টিতে অবশ্যই মানুষের গুরুত্বপূর্ণ ও নেতৃস্থানীয় ভূমিকা রয়েছে। নিজ মেধা, রুচি ও বাস্তবতা উপলব্ধির ক্ষমতা অনুযায়ীই তাকে ছবিটি শেষ করতে হয়।

কাগজ, ক্যানভাস বা 'প্লাষ্টার অব প্যারিস' শিল্পকলা সংরক্ষণের ক্ষেত্রে খুব নির্ভরযোগ্য মাধ্যম নয় সেটা আরো একবার প্রমাণিত হয়েছে ফ্লোরেন্সে বন্যা হওয়ার সময়। এমনকি সর্বশ্রেষ্ঠ রক্ষণালয়ও শিল্পকীর্তিকে কালের প্রভাব থেকে মুক্ত রাখতে পারে না। যেমন, ওয়াকিবহাল ব্যক্তিরা দাবি করেন যে কুইন্সের 'দ্‌নিপার নদীতে রাত্রি' ছবিটির রঙ ফিকে হয়ে যাচ্ছে। কিন্তু মানুষের স্মৃতির মত অনির্ভরযোগ্য সাক্ষীকে কি বিশ্বাস করা যায়? ছবির কপি আঁকার সময় শিল্পীরা সব সময়ই কিছু না কিছু নিজস্ব বৈশিষ্ট্য যোগ করে ফেলেন। কিন্তু বর্তমানে যে কোন ছবির স্ট্যান্ডার্ড রূপের তথ্যসম্বলিত প্রতিমান তৈরি করা খুব কঠিন নয়। এজন্য টেলিভিশনে প্রতিচ্ছবি ছড়ানোর মত লাইনের পর লাইন ধরে ক্যানভাসে বিদ্যমান রঙের পর্যায়ক্রমগুলি সংকেতে পরিণত করে কম্পিউটারের মস্তিষ্কে সঞ্চিত রাখা যাবে। ফলত, হাজার হাজার বছর পরেও শিল্পকর্মের পুনরুৎপাদন সম্ভবপর হবে।

সঙ্গীতের যাবতীয় প্রযুক্তিগত কাজ কম্পিউটার করতে পারে। বর্তমানে পূর্বের সঙ্গীত স্রষ্টাদের সৃষ্ট সুর ও তাদের ব্যবহৃত সঙ্গীতবিধির ভিত্তিতে কোন একজন সুরকারের নিজস্ব শৈলীর বৈশিষ্ট্য অনুসারে নতুন সুর

সৃষ্টি মূলত এই দুই ধরনের প্রোগ্রামই কম্পিউটারে ব্যবহার করা যায়। এমন সঙ্গীত সৃষ্টি হতে পারে যাকে ষ্ট্রাউসের 'ওয়ালস' সঙ্গীত বলে মনে হয়। কিন্তু এই মহান সুরকারের সৃষ্টিতে এগুলির কোনই হদিস পাওয়া যাবে না।

বিজ্ঞানীদের কতগুলি পরীক্ষা ছিল এরূপ: সঙ্গীত বিশেষজ্ঞ ও সমালোচকদের প্রথমে কয়েকজন সুরকারের রচিত সঙ্গীত শোনান হয় এবং তারপর ওই সুরকারদের অনুকরণে কম্পিউটারের সৃষ্ট সঙ্গীত পরিবেশ করা হয়।

কম্পিউটার এতটা নির্ভুলভাবে সুরকারদের বৈশিষ্ট্যগুলি অনুসরণ করেছিল যে বিশেষজ্ঞ-সমালোচকদের পক্ষে সুরগুলি যে ওই সুরকারদের নয় একথা জোর দিয়ে বলা কঠিন হয়ে দাঁড়িয়েছিল।

বাদ্যযন্ত্রের ব্যবহার বিন্যাসে কম্পিউটার সুরকারদের বিশেষভাবে সাহায্য দিতে পারে। এক্ষেত্রে প্রচলিত কঠোর নিয়মগুলি সহজেই অনুসরণ ও পালন করা চলে।

IFIP-68 কংগ্রেসে আলোচিত একটি প্রতিবেদনের বিষয়বস্তু ছিল: সঙ্গীতজ্ঞ, চিত্রকলাবিদ ও সঙ্গীত-সমালোচকদের কাজে কম্পিউটার ব্যবহারের সমস্যা। বর্তমানে গণিতজ্ঞ-প্রোগ্রামার ও সঙ্গীতজ্ঞ এক সঙ্গে কাজ করে সঙ্গীতের যান্ত্রিক মহাফেজখানা সৃষ্টি করেছেন। ইতিমধ্যেই ষোড়শ শতকের স্পেনীয় সঙ্গীতের মহাফেজখানা কাজ করছে।

ধরা যাক, সঙ্গীত বিশারদরা ষোড়শ শতাব্দীর স্পেনীয় সঙ্গীতের ইতিহাস বর্ণনা করছেন। এতে তারা ওই সঙ্গীতের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য ও ধারাগুলি ফুটিয়ে তুলেছেন। তাঁদের এই সিদ্ধান্তগুলি কেবল তখনই সঠিক বিবেচিত হবে যখন কম্পিউটার তার বিশাল যান্ত্রিক মহাফেজখানা থেকে পাওয়া তথ্যাদি বিচারের পর জানাবে যে ষোড়শ শতকের সঙ্গীতের ধারা সম্পর্কে তাঁদের সিদ্ধান্তগুলি সঠিক ও যথার্থ।

কবিতার ক্ষেত্রে ছন্দ মিলান, প্রতিশব্দ বাছাই, কবিতার কাঠামোয় বিভিন্ন রকমফের সৃষ্টি এ সবই কম্পিউটার মানুষের পক্ষ থেকে করতে পারে। ফলত, নতুন কবিতা রচনায় মানুষের সৃষ্টিশীল শ্রম অনেকটাই হ্রাস পাবে।

সৃজনশীল শিল্পকর্ম স্বয়ংক্রিয়করণের কথা অবশ্যই রাখা হয়। শিল্প বা বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে কোন রবাহুতের পক্ষে কম্পিউটারের সাহায্যেও কোন মূল্যবান ও খাঁটি কিছু সৃষ্টি করা সম্ভবপর নয়।

এখন প্রশ্ন হোল স্বয়ংক্রিয় প্রণালীগুলি যদি এতই সুবিধাজনক ও

কার্যকর, তাহলে শিল্প, সাহিত্য ও সৃজনী প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত ও সহজতর করার জন্য কবে এই স্বয়ংক্রিয় প্রণালীগুলি ব্যবহৃত হবে।

এই প্রশ্নের উত্তরটি প্রধান ও আশুসমস্যাবলীর সমাধানের সাথে জড়িত। অর্থাৎ, এই জাতীয় স্বয়ংক্রিয় প্রণালীর ব্যবহারিক গুরুত্বের ভিত্তিতেই সিদ্ধান্ত নেওয়া প্রয়োজন। এই প্রণালীগুলি এখন পর্যন্ত প্রচুর ব্যয়সাপেক্ষ এবং তা আমাদের অর্থনীতির জন্য কম গুরুত্বপূর্ণ নয়।

অর্থনীতি, নক্শানির্মাণ এবং উৎপাদন প্রক্রিয়া পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণেই স্বয়ংক্রিয় প্রণালী সর্বাগ্রে ব্যবহার্য। এই প্রণালীর প্রচলন ও ব্যবহার ছাড়া এসব ক্ষেত্রে কারিগরি উন্নয়নের দ্রুতগতি অকল্পনীয়। তাই এই ক্ষেত্রগুলিতে স্বয়ংক্রিয় প্রণালীর জন্য সর্বাগ্রে জাতীয় সম্পদ ব্যবহারই বিধেয়। নিঃসন্দেহে এ থেকে ভাল ফল পাওয়া যাবে।

সাইবারনেটিক্স ও শিক্ষণবিদ্যা। বর্তমানে শিক্ষাবিষয়ক প্রশিক্ষণের সঙ্গেও সাইবারনেটিক্স যুক্ত। কম্পিউটার এখন শিক্ষকদের সাহায্যে এগিয়ে এসেছে। ব্যক্তিগত প্রশিক্ষণ, প্রত্যেক ছাত্র-ছাত্রীদের জ্ঞানের পরিমাণ পরীক্ষা থেকে শুরু করে সমগ্র শিক্ষাব্যবস্থার পরিকল্পনা প্রণয়ন, পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণের কাজেও আজ কম্পিউটার ব্যবহার্য্য।

শিক্ষাপদ্ধতিতে কম্পিউটারের প্রচলনে শিক্ষক ও ছাত্র-ছাত্রীদের কর্মদক্ষতা বৃদ্ধি পায়। ফলে শিক্ষণপদ্ধতিতে ছাত্র-ছাত্রীদের স্বকীয়তা বহুগুণ বৃদ্ধি পাবে, তারা অধীত বিষয়বস্তুর বর্ণনায় সৃজনশীলতার পরিচয় দিতে এবং অত্যন্ত তাড়াতাড়ি প্রয়োজনীয় তথ্যাদি জানতে পারবে। শিক্ষা ব্যবস্থায় ব্যবহারের জন্য 'গামা', আলফা', 'লাস্তচকা', 'গ্রেনাডা', 'ওগোনিওক', 'দ্নিপার' ইত্যাদি কম্পিউটার আমাদের দেশের গবেষণা ও উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানে উদ্ভাবিত হয়েছে। এ ধরনের যন্ত্রগুলির কোন কোনটি শিক্ষাব্যবস্থায় ব্যবহারের উপযোগী সরল ইলেকট্রনিক যন্ত্র আর কতকগুলি জটিল ডিজিট্যাল কম্পিউটারের সমপর্যায়ের। অনেক উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানে স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীকক্ষ রয়েছে। এগুলিতে ছাত্র-ছাত্রী ও শিক্ষকের জন্য পৃথক-পৃথক প্যানেল এবং ছাত্র ও শিক্ষকের প্রত্যেকের সাথে যোগাযোগ ব্যবস্থা সম্বলিত শিক্ষণযন্ত্র রয়েছে।

পাঠ্যবিষয় নির্দিষ্ট ধারানুসারে খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত অবস্থায় ছাত্র-ছাত্রীদের দেয়া হয়। শিক্ষকের নির্ধারিত আবশ্যকতা অনুযায়ী প্রত্যেক অংশের বা কয়েকটি

অংশের পাঠ শেষে ছাত্র-ছাত্রীরা বিষয়বস্তু কেমন আয়ত্ত করতে পেরেছে তা পরীক্ষা করে দেখা হয়। তাদের বিষয়বস্তুর উপর ছোট ছোট অনুশীলনী করতে দেয়া হয়। প্যানেলে অবস্থিত বোতামের সাহায্যে তারা তাদের উত্তর যন্ত্রে প্রেরণ করে। উত্তর শুদ্ধ হলে তাকে পরবর্তী অংশের পাঠ দেয়া হয়। আর ভুল হলে কম্পিউটার ভুলটি দেখান সহ আনুষঙ্গিক প্রয়োজনীয় পরামর্শ দেয়। এই প্যানেলগুলিতে 'সাহায্য' নামক একটি বোতাম থাকে। ছাত্র-ছাত্রীরা কম্পিউটারের দেয়া প্রশ্নের উত্তর দিতে না পারলে বোতামটি টিপে দেয়। বিভিন্ন রকম সহায়ক প্রশ্ন ও বাড়তি তথ্যাদি যুগিয়ে তা ছাত্র-ছাত্রীদের সাহায্য করে থাকে।

সম্পূর্ণ বিষয়বস্তুর পাঠ শেষ হয়ে গেলে কম্পিউটার ছাত্র-ছাত্রীদের জ্ঞান পরীক্ষা করে দেখে। শিক্ষার্থীর পাওয়া নম্বর তাদের সাথে কম্পিউটারের পাল্টা যোগাযোগের কাজ করে এবং কম্পিউটারের সাহায্যে পড়াশুনার প্রতি তাদের আগ্রহ বাড়ায়।

অন্যদিকে শিক্ষাপদ্ধতি কম্পিউটারে রেজিস্ট্রি হয়ে যায় এবং ফলত শিক্ষকের পক্ষে ছাত্রছাত্রীদের সাফল্য পরিমাপ সম্ভব হয়।

শিক্ষাপদ্ধতিতে স্বয়ংক্রিয় শিক্ষণের অংশভাগ কতটুকু হবে? কম্পিউটার শিক্ষকের সাথে বহু ছাত্রের (আর ভবিষ্যতে শত শত ছাত্রের) দ্বিপাক্ষিক যোগাযোগ ব্যবস্থা গড়তে সাহায্য করবে। শিক্ষণব্যবস্থায় ব্যবহৃত বিভিন্ন যান্ত্রিক পদ্ধতি — সিনেমা, টেলিভিশন, টেপরেকর্ডার ইত্যাদির সঙ্গে শিক্ষণযন্ত্রের বিশেষ পার্থক্য আছে। শিক্ষণ-পদ্ধতিতে ছাত্র-ছাত্রীদের সাথে অতিপ্রয়োজনীয় দ্বিপাক্ষিক যোগাযোগ নিশ্চিত করে শিক্ষণের ফলপ্রসূতা বহুগুণ বাড়িয়ে তোলে। কারণ শিক্ষক এমন যন্ত্রের সাহায্যে আলাদাভাবে যেমন প্রত্যেক ছাত্র-ছাত্রীর, তেমনি একই সাথে সকল ছাত্র-ছাত্রীর জ্ঞানের পরিমাপ করতে পারেন।

সত্যকথা বলতে কি, শিক্ষণপদ্ধতিতে ছাত্র ও শিক্ষকের সম্পর্কের মধ্যে প্রকাশিত যাবতীয় ব্যঞ্জনভেদ কম্পিউটারের বিবেচনাসাধ্য নয়। এখানে মনে রাখা দরকার যে, স্বয়ংক্রিয় প্রশিক্ষণ ব্যবস্থার গুরুত্বপূর্ণ কাজ হল শিক্ষক ও শিক্ষণযন্ত্রের মধ্যে দায়িত্বের সঠিক বণ্টন। কম্পিউটার শিক্ষককে যান্ত্রিক কাজের ভারমুক্ত করবে। ফলে শিক্ষক বর্তমানের চেয়ে অধিকতর সৃজনশীল ও বৈজ্ঞানিক কাজে আত্মনিয়োগ করতে পারবেন।

শিক্ষণপদ্ধতিতে কম্পিউটারের ব্যাপক ব্যবহারে শিক্ষকের ভূমিকা হ্রাস পায় না। এতে তাঁর কাজের মূলকেন্দ্র ক্লাস নেয়া থেকে ক্লাস নেয়ার প্রস্তুতিতে এসে দাঁড়ায়।

অন্যদিকে যৌথ শিক্ষাক্রমে প্রত্যেক ছাত্র-ছাত্রীর সম্ভাবনার পৃথক-পৃথক বিচার করতে কম্পিউটার সাহায্য করবে। এখানে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় এই যে, শিক্ষাদান পদ্ধতির যথাযথ পৃথকীকরণের জন্য প্রত্যেক ছাত্র-ছাত্রীর মননশীলতা, পাঠ্যবিষয় অনুধাবনের ক্ষমতা, স্মৃতিশক্তি ইত্যাদি সম্পর্কে তথ্য জানা প্রয়োজন। কম্পিউটার পুরো সেমিষ্টারে সংগৃহীত এসব তথ্য শুধু মনেই রাখবে না, শিক্ষার সময় নির্দিষ্ট পাঠ্যবিষয়ের কোন্ রকমফের কোন্ ছাত্রকে বেছে নিতে হবে তা নির্ধারণেও সাহায্য করবে। এইভাবে শিক্ষণ প্রক্রিয়ায় প্রত্যেক শিক্ষার্থীর দক্ষতাই শুধু বিচার্য হবে না উপরন্তু, সকলের সর্বাঙ্গীন বিকাশ প্রত্যেক ছাত্র-ছাত্রীর ধী-শক্তির যথাসম্ভব বৃদ্ধি সম্ভব হবে। ফলে, প্রত্যেকে নিজের সম্ভাবনা বুঝতে এবং নিজের ইচ্ছা ও যোগ্যতা অনুসারে বৃত্তি নির্বাচন করতে পারবে।

কম্পিউটারের ব্যাপক ব্যবহারের ফলে পরীক্ষায় ফেল করে দ্বিতীয়বার

একই ক্লাসে থাকার অন্যতম প্রধান কারণটি দূর হবে। শিক্ষায় কোন রকম ফাঁক থাকা ফলত বাস্তবিক পক্ষে অসম্ভব হয়ে দাঁড়াবে। নির্দিষ্ট পরিমাণ পাঠ্যবস্তু আয়ত্ত হবার পরই কেবল ছাত্র-ছাত্রীকে পরবর্তী অধ্যায়ের পাঠ দেয়া হবে। এই প্রসঙ্গে পুনরায় উল্লেখ্য, কম্পিউটার পুরোপুরি শিক্ষকদের শিক্ষা বিষয়ক পরিকল্পনা অনুযায়ীই কাজ করবে। কোন ছাত্রের সাহায্যের প্রয়োজন হলে যন্ত্র শিক্ষককে তা জানিয়ে সংকেত দেবে এবং ফলত ছাত্রছাত্রীরা যথাসময়ে শিক্ষকের সাহায্য পাবে।

প্রোগ্রামকৃত পাঠ্য বইয়ের ব্যাপক প্রসার ঘটবে। এই বইয়ের প্রাথমিক উপাদানগুলির সঙ্গে আমরা কিছুটা পরিচিত। এগুলি হল প্রত্যেকটি পাঠের শেষে অনুশীলনী হিসাবে দেয়া প্রশ্ন ও কাজের মতোই।

এছাড়াও বর্তমানে প্রচলিত পাঠ্য বইয়ে যন্ত্রহীন প্রোগ্রামিং-এর অভিজ্ঞতা এতে ব্যবহার করা হয়। এইসব বইয়ে প্রোগ্রামকৃত অধ্যায়গুলি সংযোজিত থাকবে। পাঠ চলাকালে তা অধিকতর সক্রিয়ভাবে পড়াশোনায় সাহায্য করে। ফলত ক্লাসে পাঠ্যবিষয় এমন ভালভাবে আয়ত্ত হবে যে বাড়িতে কাজ দেয়ার প্রয়োজন হবে না। এই ধরনের প্রোগ্রামকৃত পাঠ্যবই যেমন শিক্ষকদের তেমনি ছাত্র-ছাত্রীদেরও সাহায্যে আসবে। এই বইগুলিতে অবশ্যই বিস্তারিত ব্যবহারবিধি থাকবে। প্রোগ্রামকৃত পাঠ্যবইগুলিতে ছাত্র-ছাত্রীরা অনুশীলনীর প্রশ্নের উত্তর দিতে সাধারণত যেসব ভুল করে থাকে সেগুলি বিবেচনা সহ অনুশীলনীতে দেয়া কাজের জন্য কোন্ কোন্ অধ্যায়ের উপর বিশেষ জোর দিতে ও যেসব অতিরিক্ত কাজ করতে হবে তাও দেয়া থাকে। প্রোগ্রামকৃত ও প্রচলিত পদ্ধতিতে শিক্ষাদানের উপর অনেকগুলি তুলনামূলক পরীক্ষা করা হয়েছে। ফলাফল থেকে দেখা গেছে যে প্রোগ্রামকৃত পদ্ধতিতে শিক্ষাপ্রাপ্ত ছাত্র-ছাত্রীদের জ্ঞান প্রচলিত পদ্ধতির ছাত্র-ছাত্রীদের তুলনায় অনেক বেশি গভীর ও সুসংবদ্ধ হয়ে থাকে।

কম্পিউটার পরীক্ষণ পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য বদলে দেয়। উচ্চতর শিক্ষাপ্রতিষ্ঠানে ভর্তি হতে ইচ্ছুক একজন লোক নির্দিষ্ট জ্ঞানের অধিকারী হয়েও ভাগ্যচক্রের উপর বিশ্বাসী হয়ে ওঠে। পক্ষান্তরে কোন পরীক্ষকই একথা নিশ্চিত করে বলতে পারবেন না যে অল্পক্ষণের সাক্ষাৎকার পরীক্ষায় একজন পরীক্ষার্থী ভবিষ্যতে ভাল বিশেষজ্ঞ হয়ে উঠবে কিনা তা সম্পূর্ণভাবে নির্ধারণ করা তাঁর পক্ষে সম্ভব হয়েছে।

কম্পিউটার নিরপেক্ষভাবে পরীক্ষার্থীদের গুণাগুণ নির্ধারণ করতে পারে। উক্ত

পরীক্ষার্থীর স্কুলের প্রশিক্ষণ পদ্ধতি, অর্জিত জ্ঞানের বৈশিষ্ট্য, ব্যক্তিগত বৈশিষ্ট্য বিচারে তার মেধাশক্তি ইত্যাদি তথ্য কম্পিউটারের স্মৃতিতে দেয়া থাকে। এভাবে উচ্চশিক্ষাপ্রতিষ্ঠানে ভর্তি পরীক্ষায় পরীক্ষকের দেয়া নম্বর সম্পূর্ণভাবে পক্ষপাতিত্বমুক্ত হবে এবং স্কুল শেষ-করা ছাত্র-ছাত্রীদের যোগ্যতমরাই উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানে ভর্তি হতে পারবে।

বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখার মত অধ্যাপনা-বিদ্যার বিকাশেও কম্পিউটার কাজ করে। শিক্ষাবিজ্ঞান ও মনোবিজ্ঞানের পরীক্ষাবলী থেকে বিভিন্ন তথ্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে সংগ্রহ ও প্রসেস করণে কম্পিউটার ব্যবহৃত হয়।

প্রোগ্রাম অনুযায়ী শিক্ষাদান সম্পর্কে আজ একথা বলা যায় যে, বিভিন্ন ধরনের কম্পিউটার সম্বলিত শক্তিশালী কম্পিউটার কেন্দ্র ব্যবহার করে নানা রকম শিক্ষামূলক প্রোগ্রাম ও শিক্ষাকোর্স প্রণয়ন সম্ভব হবে। নিখুঁত বিজ্ঞানের (বীজগণিত, পদার্থবিজ্ঞান ইত্যাদি) এবং বিদেশী ভাষা শিক্ষায় প্রোগ্রামকৃত পাঠ্যপুস্তক সবিশেষ ফলপ্রসূ। শিক্ষার্থীদের সকল রকমের নিজস্ব পড়াশুনায় কম্পিউটারের ব্যবহার ছাড়াও প্রোগ্রামকৃত পাঠ্যপুস্তক খুবই সহায়ক। তাই ডাকযোগে শিক্ষাদান কর্মসূচির জন্য এ ধরনের পাঠ্যপুস্তকের ভূমিকা যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ।

প্রোগ্রামকৃত পাঠ্যপুস্তকের মান অত্যন্ত উঁচু হওয়া উচিৎ। এর উপরই শিক্ষাযন্ত্রের কাজ নির্ভর করে। তাই প্রোগ্রামকৃত পাঠ্যপুস্তকের প্রণেতাদের আলোচ্য বিষয়ে, শিক্ষণবিধিতে যথেষ্ট দখল এবং শিক্ষার্থীদের সাথে কাজ করার ভাল অভিজ্ঞতা থাকা প্রয়োজন। এ ধরনের পাঠ্যবই প্রণয়ন ও শিক্ষাযন্ত্রের নির্মাণ খরচ শিক্ষাব্যবস্থায় কম্পিউটারের ব্যাপক প্রচলনের ফলে অত্যন্ত তাড়াতাড়ি উঠে আসবে। কারণ, ফলত, ভবিষ্যতে শিক্ষাব্যবস্থায় আজকের মত বিরাট সংখ্যক শিক্ষকের প্রয়োজন হবে না এবং শিক্ষণপদ্ধতির বিজ্ঞানসম্মত মান যথেষ্ট বৃদ্ধি পাবে।

শিক্ষাব্যবস্থার পরিচালনায়, নিয়ন্ত্রণকার্যে এবং কম্পিউটারের সাহায্যে শিক্ষাপদ্ধতি স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য সাইবারনেটিক্স-এর বিভিন্ন শাখায় আরও নতুন নতুন উদ্ভাবন প্রয়োজন হবে।

ডিজিট্যাল কম্পিউটারের সম্ভাবনা। সাইবারনেটিক্স অনবরত তার কারিগরি ভিত্তির উৎকর্ষসাধন করছে। বৃহদায়তন ও অপেক্ষাকৃত কম নির্ভরযোগ্য বাল্ব-

সম্বলিত কম্পিউটারের বদলে আজকাল সেমিকণ্ডাকটার ও চৌম্বক উপাদান সম্বলিত কম্পিউটার উদ্ভাবিত হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞানের সাম্প্রতিক সাফল্য — অতিপাতলা আবরণী ও সলিড ডিজাইন যুক্ত অতিক্ষুদ্র উপাদানসহ কম্পিউটার নির্মাণে সাহায্য দিচ্ছে। কম্পিউটারের চতুর্থ প্রজন্ম — চিপ-কনসলিডেটেড ইণ্টেগ্র্যাল প্রসেসর দিয়ে তৈরি হবে। এক ঘন সেণ্টিমিটারের ভগ্নাংশের চেয়েও ছোট, এইমাপে কম্পিউটারের এক একটি অংশ বা ব্লক গঠিত হবে। কম্পিউটারের প্রথম প্রজন্মে এ রকমের ব্লক একটি বড় আলমারির আকারে পৌঁছত। ফলত, এখন কম্পিউটারের নির্ভরযোগ্যতা যেমন অত্যন্ত বৃদ্ধি পেয়েছে তেমনি তা হয়েছে আয়তনে ছোট, দামে সস্তা এবং ব্যবহারে সহজসাধ্য। ডিজিট্যাল কম্পিউটারের কারিগরি ভিত্তির এই ক্রমবিবর্তন তার যৌক্তিক কাঠামোয় আমূল পরিবর্তন এনেছে। বর্তমানে কম্পিউটার বিশাল সংখ্যক তথ্য গ্রহণ ও প্রসেস করতে পারে। ফলে মানুষের হাজার হাজার বছরের শ্রম সাশ্রয় হয়।

কম্পিউটারের কাজ করার সময় আজকাল বহুমুখী প্রোগ্রামিং পদ্ধতি ব্যবহার অর্থাৎ একই সঙ্গে ডিজিট্যাল কম্পিউটারে অনেকগুলি সমস্যার সমাধান করা সম্ভব হচ্ছে। ফলত, কম্পিউটারের সকল যন্ত্রাংশে কাজের চাপ সঠিকতর ভাবে বিন্যস্ত হবে। কম্পিউটারের যৌক্তিক কাঠামোর অবিরাম উৎকর্ষ সাধনের ফলে তার কাজের দ্রুতি ও স্মৃতিশক্তি বৃদ্ধি পাচ্ছে। শুধু মানুষের মস্তিষ্কের কার্যাবলীই নয়, তার অন্তর্গঠনের কিছু কিছু অংশের অনুকরণে আজ নতুন কম্পিউটার নির্মাণের প্রচেষ্টা চলেছে।

এমতাবস্থায় কম্পিউটারের নীতিগত ও ব্যবহারিক সম্ভাবনার পরিধি সম্পর্কে প্রশ্ন আসা স্বাভাবিক। কম্পিউটারের দক্ষতা জানা যেতে পারে কেবল মননশীল শক্তি — মানুষের মস্তিষ্কের সাথে তুলনার মাধ্যমে।

প্রায়শই এ প্রশ্ন করা হয় — কম্পিউটার কি চিন্তাক্ষম? কম্পিউটার মানুষের চেয়ে কি বিচক্ষণ হতে পারে?

বোঝাই যাচ্ছে যে মননশীল প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য মানুষের চেয়ে ধীরে কাজ করে এমন যন্ত্র উদ্ভাবন অর্থহীন।

অন্যভাবে প্রশ্নটিকে উপস্থাপন করা যাক। ছাত্র-ছাত্রীরা কোন উপপাদ্য প্রমাণ করার সময় চিন্তা করে কি? উত্তর ইতিবাচক হলে জিজ্ঞাস্য, মানুষের চেয়ে কয়েকশতগুণ দ্রুত অভিন্ন কার্যসাধনে সক্ষম কম্পিউটারকে আমরা চিন্তনক্ষম বলে মনে করিনা কেন? মার্কিন গণিতবিদ 'হাও ভাংগ'র প্রতিবেদন

অনুযায়ী IBM-704 কম্পিউটার প্রথমে মাত্র তিন মিনিটে মৌলিক গণিতশাস্ত্রের মনগ্রাফি থেকে ২২০টি প্রাথমিক উপপাদ্য এবং পরে সাড়ে আট মিনিটে ওই মনগ্রাফি থেকে আরো ১৯০টি অপেক্ষাকৃত কঠিন উপপাদ্য প্রমাণ করেছে। এতে কিন্তু নতুন কোন সত্য আবিষ্কৃত হয়নি। কেননা আমাদের অর্জিত জ্ঞান মানব সভ্যতার বহু বছরের পরিশ্রমের ফল। যেমন দ্বিঘাত সমীকরণের সমাধানের সাধারণ নিয়ম, যা আজ স্কুলের প্রত্যেক ছাত্র-ছাত্রীই জানে, আবিষ্কারে মানব সভ্যতার কয়েকশ বছর লেগেছে। আধুনিক কম্পিউটার এই নিয়ম কয়েক মিনিটে উদ্ঘাটন করতে পারে। এজন্য তাকে দিয়ে মৌলিক গাণিতিক কাজগুলি পর্যায়ক্রমে বিভিন্ন ধারাবাহিকতায় পরীক্ষা করিয়ে দেখতে হবে। কম্পিউটার স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রদত্ত সমীকরণে সমাধান বসিয়ে তার সঠিকতা বিচার করবে এবং যে গাণিতিক কাজের ধারাবাহিকতায় সঠিক সমাধান বিদ্যমান তা বের করবে।

এ থেকে এমন ধারণা হতে পারে যে, কম্পিউটার ব্যত্যয়গুলি বাছাই করে দেখে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে কম্পিউটার কাজটির সমাধানের জন্য প্রোগ্রাম তৈরি করে। যে কোন গবেষক অনুরূপভাবেই কাজ করে থাকেন। সমাধানের অনেকগুলি সম্ভাব্য পদ্ধতি থেকে একটি পদ্ধতি তিনি বেছে নেন এবং অপরগুলি বাদ দেন। অনেকক্ষেত্রে এ কাজে বছরের পর বছর লেগে যায়। এমনও অনেক সমস্যা আছে যার সমাধানের প্রস্তুতিতে কয়েকশ বছর প্রয়োজন। এসব ক্ষেত্রে কম্পিউটার ব্যতিরেকে কোন কাজই সম্ভব নয়। বিজ্ঞানে 'মানুষ ও কম্পিউটার', এমন একটি গুণগত নতুন ঐক্যের অভ্যুদয় ঘটেছে।

তাত্ত্বিক-বিজ্ঞানীরা যে সমস্যাটি গবেষণার জন্য নিজেদের সামনে রেখেছেন, রূপক হিসাবে তা পিরামিডের সাথে তুলনীয়। পিরামিডের চূড়ায় অবস্থিত উপপাদ্য, বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ইত্যাদি বিজ্ঞানীদের গবেষণার লক্ষ্যবস্তু। উদ্ভাবনীয় তত্ত্বের সম্ভাব্য প্রাথমিক ধারণা ও প্রত্যয়সমূহ এই পিরামিডের ভিত্তি। প্রাথমিক উপাদান থেকে সর্বশেষ ফলাফলে পৌঁছানোর পদ্ধতির যৌক্তিক কাঠামোর জটিলতার উপর পিরামিডের উচ্চতা নির্ভরশীল। অচিরেই এমন পিরামিডের আয়তন অত্যন্ত বিশাল হবে। ফলত 'খালি' মাথায় মানুষের পক্ষে বস্তুত ওই সমস্যাবলী দুর্বোধ্য হয়ে উঠবে। এসব ক্ষেত্রে স্বয়ংক্রিয় সাহায্যকারীদের প্রয়োজনীয়তা দেখা দেবে।

কম্পিউটারের দ্রুত কার্যসম্পাদন ক্ষমতা অনেক সময় এমন ভ্রান্ত ধারণা সৃষ্টি করতে পারে যে, খেলায় ব্যত্যয়সমূহ বাছাই করার মত পদ্ধতিতে সকল

সমস্যার সমাধান উদ্ভাবিত হতে পারে। অনেক অর্থনৈতিক সমস্যা ক্রীড়াতত্ত্বে (Game theory) স্থান পেয়েছে। যেমন, মাছের সম্ভাব্য বিচরণপথ বিশ্লেষণ করে কম্পিউটার 'মাছ-প্রকৃতি-মানুষ' ক্রীড়ার এই গাণিতিক মডেলের ভিত্তিতে জেলেদের মাছধরার অত্যনুকূল এলাকা ও সময় সম্পর্কে পরামর্শ দিতে পারে। দাবা খেলার সঙ্গে এর সাদৃশ্য রয়েছে। কিন্তু কম্পিউটার সকল সম্ভাব্য চালই পরীক্ষা করে দেখে না। কারণ, এতে সাইবারনেটিক্স যন্ত্রের 10^{117}বছর সময় লাগবে। অতএব এসব ক্ষেত্রে মানুষের অনুসৃত নিয়ম-কানুনের কিছু পূর্বশর্ত কম্পিউটারে আরোপ করতে হবে। পরিস্থিতি অনুযায়ী গুটির অবস্থা বিবেচনা কম্পিউটারকে শেখান সম্ভব। অর্থাৎ তাকে (কম্পিউটারকে) কেবল উপরি-উপরি কাজ করতে না শিখিয়ে যে কোন পরিস্থিতিতে সব রকমফের বিবেচনা না করে আবিষ্কারমূলক ভাবে শ্রেষ্ঠতম সিদ্ধান্ত গ্রহণ শেখান প্রয়োজন।

মানুষ তথ্যপরিপূর্ণ পৃথিবীতে বাস করে। বইয়ের পাতায়, মানুষের কথায়, বন্ধুর চন্দ্রপৃষ্ঠে, পাতার সবুজ রঙে, সমুদ্রের জোয়ার-ভাটায়, বাতাসের গতিবেগে সর্বত্র তথ্য ছড়িয়ে আছে। তথ্য সবসময় নিরপেক্ষ, এমনকি তা অনুধাবনীয় না হলেও।

মানুষের ইন্দ্রিয় — চক্ষু, চর্ম, কর্ণ ইত্যাদি যেন এই গভীর তথ্যসমুদ্রে খোলা জানালা। কম্পিউটার বস্তুত সংখ্যা ও বর্ণের সাহায্যে এই তথ্যপূর্ণ পৃথিবীর সাথে মেলামেশা করে। বর্তমানে অবশ্য যে কোন ছবির মূল্যায়নক্ষম কম্পিউটার নির্মাণ ও বাস্তব সত্যে পরিণত হয়েছে।

উল্লেখ্য যে, কোন্ চ্যানেলে তথ্য মানুষের মস্তিষ্কে অথবা কৃত্রিম উপায়ে নির্মিত বিশেষ স্মৃতিযন্ত্রে (কম্পিউটাবের স্মৃতি-ব্লকে) পেঁছায় তা গুরুত্বপূর্ণ হলেও তেমন কোন নীতিগত ভূমিকা রাখে না। এমনকি কোন ব্যক্তি দৃষ্টিশক্তি বা শ্রবণক্ষমতা হারালে অন্যান্য ইন্দ্রিয়ের সাহায্যে তার এই শারীরিক ত্রুটি আংশিকভাবে পরিপূরিত হয়। কম্পিউটারের ব্যবহৃত তথ্য কি পদ্ধতিতে মস্তিষ্কে (কম্পিউটারের) প্রবিষ্ট হল তার চেয়ে ওই তথ্যের পরিমাণ ও তার অন্তর্নিহিত গুণাগুণ (বিষয়বস্তু) অধিক গুরুত্বপূর্ণ।

তথ্য রূপান্তর। তথ্য রূপান্তরকারী ব্যবস্থা সাইবারনেটিকসের একটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ প্রত্যয়। এটা হল এমন এক প্রণালী যা পারিপার্শ্বিক জগত থেকে সংগৃহীত তথ্য এই পরিবেশকে প্রভাবিত করার লক্ষ্যে রূপান্তরিত করে।

কম্পিউটারে শ্রবণ, দর্শন ও ভাষণ ইন্দ্রিয়ের সংযুক্তি সম্পর্কে ইদানীং পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলেছে। যেমন, বিজ্ঞানীদের নির্মিত পাঠক্ষম স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রকে সহজেই বিভিন্ন সংখ্যা পাঠে তালিম দেয়া যায়। এতে তার পাঠক্ষমতা দাড়ায় সেকেণ্ডে২০০টি বর্ণ অথবা সংখ্যা যা মানুষের চেয়ে বিশগুণ বেশি এবং তার সম্ভাবনার এখানেই শেষ নয়।

মানুষ অবিরাম তথ্যের বিশ্লেষণ করতে পারে না। কিন্তু এমনসব ক্ষেত্র রয়েছে — যেমন, পৃথিবীর বিভিন্ন স্থান থেকে আমাদের কাছে আসা বেতার সংকেত — যেখানে তা অত্যন্ত প্রয়োজন।

ভবিষ্যতে বিজ্ঞানী ও নির্মাতারা কম্পিউটারকে বই, পরিপার্শ্বিক পরিবেশ ইত্যাদি থেকে তথ্যসংগ্রহ, বিশ্লেষণ ও প্রসেস করা শিখাবেন। কম্পিউটারে বিরাট সংখ্যক ট্রান্সমিটার যুক্ত করা যায়। আমাদের পক্ষে দুর্বোধ্য এমন শত শত উপাত্ত (data) হিসাব করে আবহাওয়া পরিস্থিতির পরিবর্তনের মত জটিল প্রক্রিয়া বিশ্লেষণ করার ক্ষমতা কম্পিউটারের রয়েছে।

মানুষের মস্তিষ্ক নিঃসন্দেহে আধুনিক কম্পিউটারের চেয়ে বহুক্ষেত্রে উন্নততর। মস্তিষ্ক খুবই নির্ভরযোগ্য। মস্তিষ্কের একই অংশ নানাবিধ কাজ করতে পারে। তাই আমাদের মস্তিষ্কে তথ্যাদির উপস্থাপনের রূপ ও প্রসেসীং-এর পদ্ধতি এবং অনুরূপ প্রক্রিয়ার ব্যবহার হল কম্পিউটার কৌশলের বিকাশের অন্যতম সাধারণ ধারা।

পক্ষান্তরে প্রাকৃতিক নিয়মের সীমা-পরিসীমা কারিগরি কৌশলের অনধিগম্য বিধায় যারা কারিগরি কৌশল বিকাশের ধারার সবক্ষেত্রে প্রকৃতিকে অনুকরণ করার পক্ষপাতি, তারাও সঠিক নন। কেননা প্রকৃতিও অনেক ক্ষেত্রে ও অনেক বিষয়ে যথাযথ 'চিন্তা' করেনি। যেমন, চাকার অস্তিত্ব প্রকৃতিতে নেই। মগজের গঠনে মোহিত হয়েও তাকে সমালোচকদের দৃষ্টিতে দেখা উচিৎ এবং কোন অবস্থাতেই কম্পিউটার নির্মাণে তার অন্ধ অনুকরণ উচিৎ নয়। কেবল জীববিজ্ঞানের পদ্ধতিতে নির্মিত কম্পিউটারের ভবিষ্যৎ আছে এমন ধারণাও সঠিক বলে মনে হয় না। কিন্তু তা সত্ত্বেও তত্ত্বগতভাবে স্বসংগঠিত সাহসী প্রকল্পকে বাতিল করার মত অপর চরম পন্থা অবলম্বন অনুচিত বটে। মস্তিষ্কের অনুরূপ কম্পিউটার নির্মাণের পথেও প্রচণ্ড প্রযুক্তিগত বাধা রয়েছে।

কম্পিউটারের সম্ভাবনা গবেষণা করে বিজ্ঞানীরা চমকপ্রদ ফলাফল পেয়েছেন। ব্যাপার হল: মানুষের যে কোন চিন্তাধারা নীতিগতভাবে কৃত্রিম উপায়ে নির্মিত

সাইবারনেটিক্স প্রণালীর সাহায্যে তথ্যের মডেলে পরিণত হতে পারে। এমনকি আধুনিক ইউনিভার্সেল ডিজিট্যাল কম্পিউটারেও কাজটি করা সম্ভব। কিন্তু বর্তমানের কম্পিউটারগুলির স্মৃতিশক্তি এখনো খুব বেশি নয়। চৌম্বক ফিতায় সজ্জিত বহিস্মৃতির প্রণালী যোগ করে এদের স্মৃতিশক্তি বাড়ান যায়। কিন্তু এর ফলে কম্পিউটারগুলির কার্যক্ষমতার দ্রুতি কিছুটা হ্রাস পায়। যাই হোক, এটা একটা প্রযুক্তিগত সমস্যা মাত্র।

জীবনের বিকাশের মুখ্য নিয়ম-কানুন — বংশগত। প্রাকৃতিক নির্বাচন ও পৃথিবীর সৃষ্টির শুরুতে সংগঠিত প্রাকৃতিক প্রক্রিয়াগুলি সম্পর্কে তথ্যাবলী কম্পিউটারে আরোপ করা সম্ভব। কম্পিউটার আদি প্রাণপঙ্ক (Protoplasm) থেকে শুরু করে মানুষের মস্তিষ্ক (এখানে কেবল তথ্য সংক্রান্ত কথা বিবেচিত) পর্যন্ত বিবর্তনের সমস্ত স্তর সম্পর্কে তথ্যাদি দিতে পারবে। নীতিগতভাবে এ সবকিছুই মঙ্গল, শুক্র বা অন্য গ্রহের ক্ষেত্রেও সমানভাবে প্রযোজ্য। কিন্তু এ ধরনের পরীক্ষা কেবল তখনই সম্ভব যখন মানুষ জীববিজ্ঞান, পদার্থবিজ্ঞান ও অন্যান্য বিজ্ঞানের নিয়মাবলী আরো ভাল করে জানবে। নতুনতম সাইবারটেক্স যন্ত্র ও প্রণালীর ভিত্তিতে মানসিক শ্রমের স্বয়ংক্রিয়করণ প্রক্রিয়া অত্যন্ত দ্রুত এগিয়ে চলেছে। নতুন নতুন ক্ষেত্র স্বয়ংক্রিয়করণের আওতায় আসছে। এই পদ্ধতির বিকাশের সম্ভাবনারও কোন সীমানা নেই।

মানুষের বস্তুগত ও মনগত বিকাশ সাধনের ক্ষেত্রে সাইবারনেটিক্স তার এক অকৃত্রিম বান্ধব।

ভিক্টর মিখাইলোভিচ্ গ্লুশকোভ (১৯২৩-১৯৮২) — সোভিয়েত ইউনিয়নের প্রখ্যাত বিজ্ঞানী, গণিতজ্ঞ এবং আকাদেমিশিয়ান। ১৯৬৪ সাল থেকে তিনি ইউক্রেন বিজ্ঞান আকাদেমীর ভ.ইস প্রেসিডেণ্ট হিসাবে কাজ করতেন। ভ.গ্লুশকোভ সাইবারনেটিক্স-এর তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক সমস্যাবলী নিয়ে গবেষণা করেন। তিনি অটোমাট তত্ত্ব, কম্পিউটার-নির্মাণ তত্ত্ব ও জাতীয় অর্থনীতিতে কম্পিউটার ব্যবহারের ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ সাফল্য লাভ করেন।